

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

ЯНВАРЬ-ФЕВРАЛЬ 1/2000



Журнал

35 лет

ПОЗДРАВЛЕНИЯ ЖУРНАЛУ

Институт астрономии Российской академии РАН от души поздравляет весь коллектив редколлегии и редакции журнала "Земля и Вселенная" с 35-летним юбилеем. Выход в январе 1965 г. первого номера был большим событием для всех, изучающих Вселенную и интересующихся достижениями естествознания, — наконец появился специализированный научно-популярный журнал по астрономии, космическим исследованиям и геофизике. За прошедшие три с половиной десятилетия журнал снискал большую популярность как среди профессионалов, так и любителей астрономии и просто читателей, интересующихся достижениями науки. Коллектив, выпускающий журнал, много делает для того, чтобы все материалы были интересными и, с одной стороны, представленными на высоком профессиональном уровне, а с другой — доступными для понимания неспециалистами. Авторами статей в большинстве случаев являются наиболее авторитетные в данной области ученые. Журнал затрагивает самые актуальные вопросы астрофизики, астрометрии, небесной механики, космической физики, астронавтики, геодезии, геофизики, геодинамики.

Желаем всему коллективу редколлегии и редакции здоровья и больших творческих успехов, а журналу — дальнейшего процветания!

А.А.БОЯРЧУК

Академик-секретарь Отделения общей физики
и астрономии
Российской академии наук,
член президиума РАН,
директор Института астрономии РАН

Глубокоуважаемые члены редколлегии журналов
авторы статей, коллектив редакции!

Примите сердечное поздравление с 35-летием журнала "Земля и Вселенная". Желаю Вам всячески улучшать качество журнальных статей, доводить быстро до сведения читателей новейшие достижения исследований в области наук о Земле, космонавтики астрономии!

Ваш

Н.П.ЛАВЕРОВ,

Вице-президент Российской академии наук
академик

Уважаемые товарищи!

От имени летчиков-космонавтов, специалистов Центра и от себя лично рад поздравить редколлегию, журналистов, сотрудников редакции журнала "Земля и Вселенная" с 35-летием со дня основания.

Ваш журнал закономерно появился в знаменательное время, когда человек планеты Земля, советский гражданин Юрий Гагарин, впервые в мире в космическом полете облетел земной шар.

Выражаю искреннюю признательность за тесное сотрудничество и внимание журнала к истории развития космонавтики, к проблемам изучения и освоения космоса, вопросам подготовки космонавтов, освещению работы экипажей на орбитальных комплексах.

В день славного юбилея желаем всему коллективу журнала доброго здоровья, счастья в жизни, новых творческих успехов на благо Отчизны.

Временно исполняющий обязанности
начальника Российского государственного научно-исследовательского
Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина
генерал-майор авиации

Ю. ГЛАЗКОВ

Научно-популярный журнал
Российской академии наук
и Астрономо-геодезического
общества

Издается с января
1965 года

Академиздатцентр "Наука"
Москва

Земля и Вселенная

1/2000



Новости науки и другая информация: Карта Антарктиды на основе радарной съемки [36]; Космический телескоп нового поколения [58]; Новые книги [59, 67]; Внесолнечная планета на орбите, похожей на земную [67]; Статистика новых астрономических объектов 1998 г. [80]; Уточнена модель океанической циркуляции [89]; Тайваньская катастрофа [90]; Солнце в августе-сентябре 1999 г. [94]; Метеорит Куны-Ургенч [98]; Самый теплый век тысячелетия [111]; Океан разъединит Африку [111]; Сборник стихов ученого [112]

В номере:

- 3 Научно-популярному журналу Президиума РАН "Земля и Вселенная" – 35 лет
- 30 Иванов-Холодный Г.С. Солнечная активность и геофизические процессы
- 37 Дамбис А.К., Расторгуев А.С. Шкала расстояний во Вселенной

ИЗ НОВОСТЕЙ РОССИЙСКОЙ КОСМОНАВТИКИ

- 48 Лындин В.И. Полет орбитального комплекса "Мир" в 1999 г.

ЛЮДИ НАУКИ

- 60 Бармин И.В. Владимир Павлович Бармин (к 90-летию со дня рождения)

ОБСЕРВАТОРИИ, ИНСТИТУТЫ

- 68 Юревич В.А. Звенигородская обсерватория

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 74 Левитан Е.П. Как спасти школьную астрономию

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 81 Городницкий А.М. За мифом об Атлантиде – реальность

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 91 Небесный календарь: март-апрель 2000 г.
- 95 Кукушкин В.А. Кратер "калёных огненных стрел"

ДОСЬЕ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

- 99 Герасютин С.А. Космонавтика в датах и цифрах (1965-1999 гг.)
- 110 Указатели статей, опубликованные в журнале "Земля и Вселенная"



Zemlya i Vselennaya (Earth and Universe); Moscow, Maronovsky per, 26, f. 1965, 6 a year; by the Nauka (Science) Publishing House; Joint edition of the Russian Academy of Sciences and the Society of Astronomy and Geodesy; popular; current hypotheses of the origin and development of the Earth and Universe; astronomy, geophysics and space research; Chief Editor V.K. Abalakin; Deputies Editors V.M. Kotlyakov, E.P. Levitan

На стр. 3 обложки: Выход в открытый космос В.М. Афанасьева (Россия) и Ж.-П. Эньере (Франция) 16 апреля 1999 г. На внешней поверхности ОК "Мир" космонавтами установлена французская научная аппаратура и демонтированы образцы исследуемых материалов. Фото ESA (к ст. В.И. Лындина)

На стр. 4 обложки: Камера ВАУ Звенигородской обсерватории (к ст. В.А. Юревича)

In this issue:

- 3 Popular-science magazine of the Presidium RAN "Earth & Universe" is 35 years old
- 30 Ivanov-Holodniy G.S. Solar activity and geophysical processes
- 37 Dambis A.K., Rastorguev A.S. Distance's scale in the Universe

RUSSIAN SPACE NEWS

- 48 Lyndin V.I. Flight of the orbital station "Mir" in 1999

PEOPLE OF SCIENCE

- 60 Barmin I.V. Vladimir Pavlovitch Barmin (90-th birth anniversary)

OBSERVATORIES, INSTITUTIONS

- 68 Yurevitch V.A. Zvenigorod's observatory

ASTRONOMICAL EDUCATION

- 74 Levitan E.P. How to save astronomy in school

HYPOTHESIS, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

- 81 Gorodnitskiy A.M. Reality is behind the myth of Atlantida

AMATEUR ASTRONOMY

- 91 Sky calendar: March-April 2000
- 95 Kukushkin V.A. The crater of "red-hot fiery arrows"

CURIOUS' DOSIER

- 99 Gerasyutin S.A. Cosmonautics in dates and figures (1965-1999)
- 110 Indexes of articles published in magazine "Earth & Universe"

Редакционная коллегия:

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН

Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ

Зам. главного редактора академик РАЕН Е.П. ЛЕВИТАН

доктор географ. наук А.А. АКСЕНОВ, доктор психол. наук Ю.Н. ГЛАЗКОВ,
доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН, доктор физ.-мат. наук И.А. КЛИМИШИН, доктор физ.-мат. наук
Л.И. МАТВЕЕНКО, доктор физ.-мат. наук И.Н. МИНИН, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ, доктор физ.-
мат. наук Г.Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Г.И. РЕЙСНЕР, доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ,
доктор физ.-мат. наук Ю.А. СУРКОВ, доктор техн. наук Г.М. ТАМКОВИЧ, доктор физ.-мат. наук
Г.М. ТОВМАСЯН, академик АН Молдовы А.Д. УРСУЛ, член-корр. РАН А.М. ЧЕРЕПАЩУК, доктор физ.-мат.
наук В.В. ШЕВЧЕНКО

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОМУ ЖУРНАЛУ ПРЕЗИДИУМА РАН “ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ” – 35 ЛЕТ!

В сентябре 1964 г. были сформированы редколлегия и редакция, а в начале 1965 г. вышел первый номер журнала. Первым главным редактором на протяжении 23 лет был доктор физико-математических наук Дмитрий Яковлевич Мартынов – директор ГАИШ, президент ВАГО при АН СССР. С 1989 г. журнал возглавляет член-корреспондент РАН Виктор Кузьмич Абалакин – директор Пулковской обсерватории (ГАО РАН). Его заместитель – академик РАН Владимир Михайлович Котляков. Коллективом редакции со дня ее основания руководит доктор педагогических наук Е.П. Левитан.

В связи со скромным юбилеем нашего журнала Е.П. Левитан взял интервью у ряда известных российских ученых, работающих в областях науки, близких к основной тематике журнала (космонавтика, астрономия, науки о Земле). Всем был предложен следующий вопрос: “Какие из достижений и открытий в областях, близких к Вашей сфере деятельности, Вы бы назвали выдающимися за последние 35 лет?”

Ниже публикуются ответы ученых, представляющие значительный интерес для читателей “Земли и Вселенной”.



Запуск первого искусственного спутника Земли в октябре 1957 г. ознаменовал начало космической эры в развитии цивилизации, стал поистине эпохальным событием и одним из крупнейших достижений XX в.

Прорыв в новую, недостижимую ранее среду, получение достоверной информации о глобальных процессах на Земле, планетах Солнечной системы, звездах, удаленных галактиках заставили пересмотреть многие мировоззренческие и философские концепции, потребовали переосмысления всей системы человеческих ценностей.

Сегодня космонавтика вносит значительный вклад в политическую, экономическую и духовную жизнь общества, активно влияет на все ее стороны и мировоззрение людей. Это происходит за счет получения из космоса уникальных сведений о Земле, небесных телах, о "тайнах" космического пространства, что позволяет понять происхождение и развитие Вселенной, раскрыть фун-

даментальные закономерности жизни на Земле. Космонавтика позволяет создать новые, более эффективные способы и средства управления информацией и энергией на планетарном уровне, предоставляет принципиально новые виды услуг в области связи, телерадиовещания, навигации, метеорологии, геодезии, исследования природных ресурсов Земли, экологического мониторинга в интересах охраны окружающей природной среды и рационального природопользования, а также в сфере решения задач обороны и обеспечения безопасности страны. Внедрение космических технологий во многие сферы экономики способствует формированию нового образа жизни соотечественников.

Высокие требования, которые предъявляет космонавтика к созданию космической техники, стимулируют появление высоких наукоемких технологий и способствуют развитию фундаментальных и прикладных наук.

Мы гордимся тем, что нам принадлежит целый ряд приоритетных достижений мирового уровня. Среди них:

- запуск первого искусственного спутника Земли, открывшего космическую эру человечества;
- первый полет человека в космос (полет Ю.А. Гагарина на корабле "Восток");
- первый выход человека в открытое космическое пространство (А.А. Леонов);
- создание первых международных пилотируемых станций "Салют" и "Мир".

В ряд выдающихся достижений мировой космонавтики следует включить осуществление США "лунной программы" – первый полет и высадку астронавтов на Луну. Реализация программы, получившей статус национальной, потребовала значительных ресурсных затрат.

Невозможно переоценить полезность открытий и достижений, полученных с помощью космических средств в сфере фундаментальных космических исследований (внеатмосферная астрономия, физика космической плазмы и солнечно-земных связей, планеты и малые тела Солнечной системы, физика космических лучей, космическая биология и медицина, космическое материаловедение, исследования Земли из космоса).

Применение космических средств обеспечило успех в деле дальнейшего познания природы астрономических объектов (квазаров, звезд, ядер радиогалактик, планетных систем, пульсаров, черных дыр) и способствовало созданию новых научных направлений по проблемам космологии, галак-

тической и внегалактической астрономии, звездной астрономии и физики межзвездной среды.

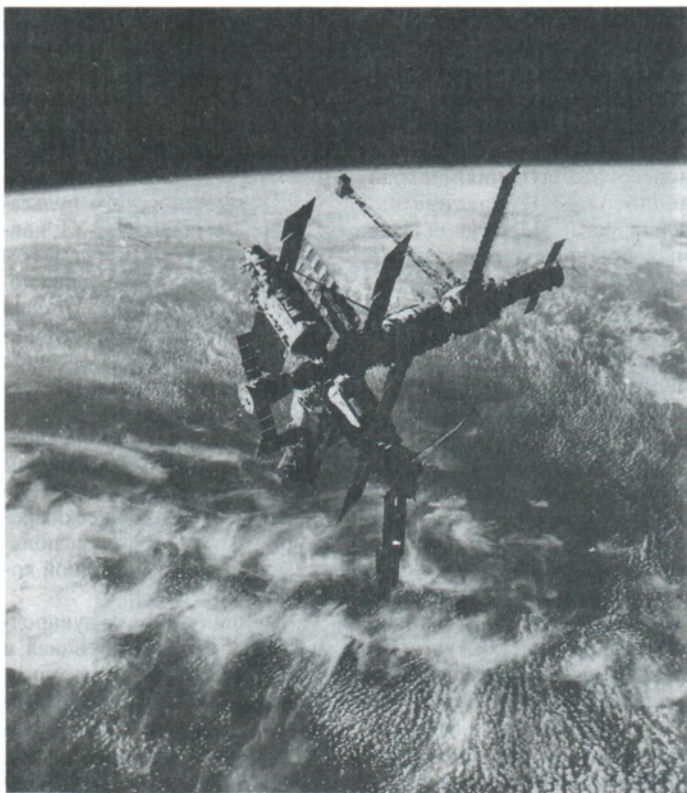
Так, результаты, полученные с помощью установленного на КА “Прогноз-9” высокочувствительного радиометра, определили новые возможности в решении наиболее важных космологических проблем, связанных со структурой и эволюцией Вселенной, а также с образованием галактик.

За 10 лет космической обсерваторией “Гранат”, завершившей свою работу в начале 1999 г., открыты неизвестные ранее, представляющие значительный интерес для мировой науки галактические и внегалактические источники излучения — кандидаты в черные дыры, нейтронные звезды (рентгеновские барстеры и пульсары), рентгеновские новые скопления галактик и квазаров.

Среди наиболее значимых работ в околоземном космосе необходимо отметить исследования процессов в системе “солнечный ветер—магнитосфера—ионосфера Земли”. Выявленные закономерности и механизмы поведения Солнца и околоземной плазмы позволили глубже понять “секреты” жизни на Земле. Получены доказательства влияния магнитосферы Земли на колебание численности популяции животных, повторяемость эпидемий, уровень урожайности сельскохозяйственных культур, вероятность появления тех или иных стихийных бедствий (засух, наводнений и др.).

Исследование тонкой структуры процессов, происходящих в естественной плазмифической лаборатории Земли, дало ключ к пониманию принципиальных свойств плазмы — четвертого состояния вещества во Вселенной.

Большой вклад в планетную космогонию внесли работы по осуществлению международных космических проектов “Вега” и “Фобос”.



Особо необходимо выделить достижения космонавтики последних 15-20 лет уходящего XX в. Мировое сообщество высоко оценивает выдающиеся достижения России по созданию и эксплуатации уникального крупномассогабаритного космического комплекса, оснащенного новейшей современной аппаратурой для проведения исследований и экспериментов. В процессе эксплуатации на многомодульной орбитальной станции “Мир”, непрерывно работающей в космосе более 13 лет, выполнено более 23 тысяч научных экспериментов и исследований по российской и международным программам, сделаны выдающиеся открытия. Многие из экспериментов и исследований не имеют аналогов в мире и принесли огромную практическую пользу.

Исследования и эксперименты с использованием оби-

таемой многоцелевой орбитальной станции “Мир” позволили осуществить программы фундаментальных исследований, значительно углубивших и расширивших знания о Вселенной и окружающем нас мире, а также комплекс программ прикладных исследований для практического использования их результатов в сельском, лесном и рыбном хозяйстве, геологии, океанографии и экологии, наблюдения и контроля чрезвычайных ситуаций, получения опытных партий полупроводниковых материалов, сплавов для применения в электронной промышленности, атомной энергетике, лазерной технике, получения биологически активных веществ и лекарственных препаратов для медицинской и фармацевтической промышленности.

Одним из важнейших результатов работы обсерватории “Квант” орбитальной

станции “Мир” стало открытие жесткого рентгеновского излучения от сверхновой звезды в Большом Магеллановом Облаке. Происхождение жесткого и переменного рентгеновского излучения, направленного на галактический центр, оставалось одной из самых больших загадок науки. Большинство наблюдаемых явлений связывалось с гипотетической сверхмассивной (около миллиона солнечных масс) черной дырой, расположенной в динамическом центре нашей Галактики.

Анализ результатов измерений, полученных с помощью орбитальной станции “Мир”, позволил снять многие вопросы. Оказалось, что основными “поставщиками” рентгеновского излучения явились компактные источники, расположенные в секторе в несколько градусов вокруг центра Галактики. Эти данные – уникальный материал для понимания общей картины процессов,

протекающих в Галактике.

Значительный интерес мировой и отечественной научной общественности вызвали также впервые полученные на орбитальной станции уникальные данные наблюдений квазаров, рентгеновского пульсара в области Геркулес-X1, кандидатов в черные дыры, в том числе результаты изучения поведения источника излучения объекта Лебедь X-1, источника излучения гамма-лучей сверхвысоких энергий объекта Лебедь X-3.

Станция “Мир” стала своеобразным летным полигоном для испытаний в реальных условиях многих технических решений, которые будут использованы на Международной космической станции.

Имеющийся международный космический потенциал и космическая инфраструктура – космодромы, центры управления полетами, наземные и плавающие средства командно-измерительного комплекса, средств

передачи, приема и обработки информации, РН легкого, среднего, тяжелого и сверхтяжелого класса – создали предпосылки мировому сообществу для активного использования космической техники в решении глобальных проблем современности в XXI в. на благо человечества.

Словом, человечеству есть чем гордиться в сфере космонавтики, которая в новом тысячелетии на основе достижений и открытий в различных областях науки и техники должна внести значительный вклад в обеспечение устойчивого развития мирового сообщества, в том числе в решение таких важнейших глобальных проблем, как охрана окружающей природной среды и рациональное природопользование, эффективное социально-экономическое развитие государств, обеспечение всеобъемлющей коллективной международной безопасности.

А.А. ГАЛЕЕВ,

**академик
директор Института космических исследований РАН**

Журналу “Земля и Вселенная” исполнилось ровно 35 лет. Пройден большой, славный и нелегкий путь. Причем, таким он был не только для редакции журнала, но и всей советской/российской науки и ее неотъемлемой части – космонавтики.

В прошедшие годы было немало побед, выдающихся достижений и открытий. Космические исследования существенно изменили наши представления об околоземном пространстве, выявили тесную взаимосвязь процессов на

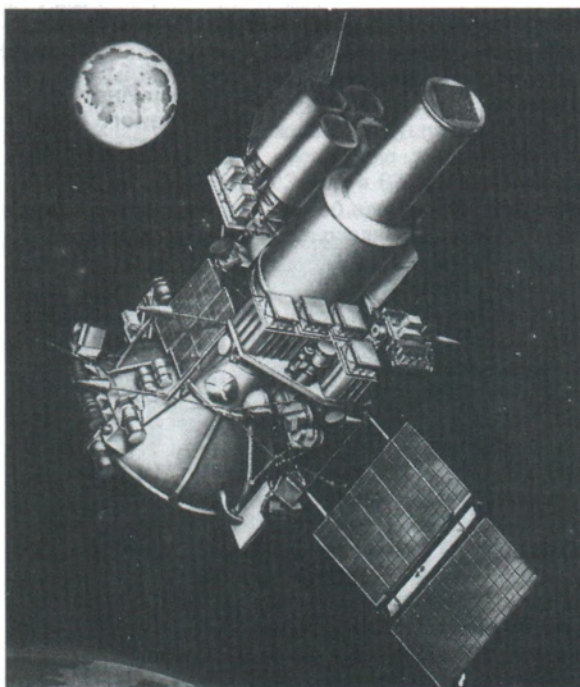


Солнце и вблизи Земли. Исследование механизмов этих взаимосвязей привело к созданию многоспутниковой системы в рамках международной кооперации и осознанию необходимости защиты наземных и космических инженерных систем от корональных выбросов плазмы. Ракетно-космическая техника позволила продвигаться в изучении планет Солнечной системы значительно дальше, чем за всю историю человечества. Впервые были проведены прямые исследования кометы Галлея. Внеатмо-

сферная астрономия и астрофизика стали мощным инструментом исследования Вселенной. Произошло углубление и переосмысливание наших представлений об окружающем мире.

Сегодня отечественная космонавтика переживает трудные времена. Прекратил существование Советский Союз, и мы оказались в другом государстве, в котором только за последние годы уже сменилось десяток правительств. Произошло резкое сокращение некогда грандиозной советской космической промышленности. Ассигнования на науку уменьшились до уровня выживания. Бесславно умерла огромная и амбициозная программа "Буран", была потеряна межпланетная станция "Марс-96", а из-за отсутствия финансирования пришлось отказаться от независимой пилотируемой космической программы. Первый легендарный космодром Байконур стал собственностью другого государства, и теперь мы вынуждены его арендовать.

И, тем не менее, российская космонавтика не умерла. Да, чтобы сохранить отечественные высокие технологии, нам пришлось ввязаться в строительство Международной космической станции. Хотя и с большим трудом, но продолжается создание астрофизической обсерватории "Спектр-Рентген-Гамма". Ведутся работы и над рядом других научных проектов. Возобновились космические пуски с Капустина Яра. Открылся новый космодром Свободный в Амурской



области. Впервые стартовыми площадками для космических запусков стали подводная лодка и морская подвижная платформа. Российские ракеты-носители завоевали большой авторитет на международном рынке космических услуг.

Все это из года в год, из номера в номер находило свое отражение в журнале "Земля и Вселенная".

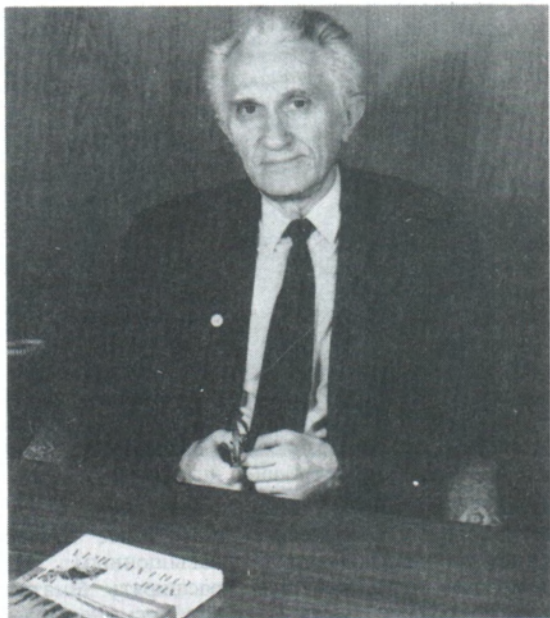
У космических исследований не может не быть достойного будущего. Это значит, что коллективу редакции журнала предстоит еще много работы. Совершенствованию нет предела, поэтому сотрудники редакции не должны подда-

ности. Журнал должен стать еще более информационно насыщенным. Необходимо расширять тематический охват космических исследований, углублять анализ их аспектов, улучшать качество литературного изложения материалов, делать их более доступными для неподготовленных читателей. И, конечно, избегать ошибок и обидных недоразумений.

Мы, со своей стороны, будем оказывать в этом всю возможную помощь коллективу редакции и надеемся, что журнал "Земля и Вселенная" останется одним из авторитетных академических изданий.

В.М. КОТЛЯКОВ,

**академик
директор Института географии РАН
зам. главного редактора журнала
“Земля и Вселенная”**



В географической науке одно из выдающихся достижений конца XX столетия – бурение на станции Восток в Антарктиде самой глубокой скважины, прошедшей через всю толщу ледникового покрова до глубины 3623 м. Анализ отобранного по всей глубине ледяного керна позволил исследовать глобальные изменения и состав древней атмосферы на протяжении четырех климатических циклов, охватывающих около 420 тыс. лет. Прослежены сходства и различия четырех ледниковых эпох и межледниковий по основным параметрам окружающей среды: изотопной температуре, условиям инсоляции, аэрозолям и парниковым газам. Выявлена устойчивая связь между изменениями температуры воздуха, вариациями содержания парниковых газов в атмо-



сфере и колебаниями уровня моря (соответствующими колебаниям материкового льда). Все это подтверждает ведущую роль парниковых газов в усилении периодических колебаний климата, первоначально вызванных изменениям орбитальных параметров Земли (изменениями инсоляции).

В те же годы в Антарктиде сделано крупнейшее географическое открытие: в районе станции Восток под 3740-метровой толщей ледникового покрова обнаружено огромное подледное озеро (длиной около 200 км, шириной около 50 км, с толщей воды до 600 м), в котором предполагается древняя органическая жизнь. Прежде, чем про-

никнуть в это озеро, не загрязняя его воды, предстоит решить большую научную и инженерную проблему.

В обоих отмеченных достижениях ведущую роль играли российские ученые. Журнал "Земля и Вселенная" публиковал об этом соответствующие материалы.

Э.М. ГАЛИМОВ,

**академик
директор Института геохимии и аналитической химии
им. В.И. Вернадского**

Поздравляю с юбилеем коллектив журнала "Земля и Вселенная", который вносит весомый вклад в приобщение широкой общественности к достижениям науки.

Область моих интересов — геохимия и космохимия. В космохимии, наверное, самое интересное, хотя и малоизвестное широкой публике, это — установление изотопных аномалий, или открытие ядерной гетерогенности Солнечной системы, из чего следует, что вещество Солнечной системы неоднородно по своему происхождению. В его состав внесли вклад разные этапы нуклеогенеза. При этом сохранение изотопных аномалий свидетельствует, что вещество Солнечной системы при формировании Солнца не было totally испарено, т.е. не претерпело высокотемпературную гомогенизацию. Межзвездные пылинки, из которых сложилась Солнечная система, частично сохранились и оказались агломерированы в малых телах — кометах и метеоритах, что открыло доступ к новой информации о механизме образования звезд и планет.

Исследования Луны показали, что на многие вопросы, касающиеся происхождения и геологической истории Земли, можно ответить, изучая Луну, или, точнее, Луну и Землю как генетически неразрывно связанную пару. Исследование вещества Луны принесло уникальные сведения о ее химическом и петрологическом составе. Оказалось, лунные "моря" состоят из базальтов, т.е. пород, которыми сложено дно океанов на Земле, а вот лунные "материки" сложены разновидностью анортозитов, или пород, которые на Земле в массе встречаются редко. На Луне были найдены образцы пород, измеренный возраст которых превышает 4,5 млрд лет. Это соответствует вычисленному возрасту Земли. Но на Земле нет реальных пород, которые имели бы возраст больше 3,9 млрд лет.

Исследования Венеры, Марса и спутников Юпитера открыли взору человека миры, совсем непохожие на наш, раздвинули диапазон возможных физико-химических процессов, происходящих на планетах, раздвинули рамки естественно-научного мышления.



В геохимии многие открытия и более глубокое понимание природы геологических процессов были достигнуты благодаря возникновению и совершенствованию изотопных методов. Изучение природных вариаций отношений стабильных изотопов углерода $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, кислорода $^{17}\text{O}/^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, азота $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ и других элементов легло в основу решения ряда фундаментальных проблем, таких как происхождение и механизм образования нефти и газа, закономерность эволюции биосферы, тонкие вариации климата Земли, геологическая история океана и атмосферы и др. Решение каждой

из этих проблем явилось крупнейшим научным достижением.

Новые радиоактивные часы с использованием изотопных систем самарий-неодимий, лантан-церий, гафний-вольфрам и др. позволили с недоступной ранее точностью устанавливать возраст вещества земных и внеземных объектов.

Революционные изменения произошли в органической геохимии. Созданы методы, которые позволяют определить молекулярный состав сложных органогенных образований, проследить судьбу молекул от живых организмов к ископаемым формам органического вещества в древних породах. Благодаря

современному органическому анализу, стало возможным выявление нефтематеринских пород и прогноз нефтегазоносности. Эти методы, примененные к внеземным объектам, открывают путь к пониманию условий и механизмов зарождения жизни в Солнечной системе.

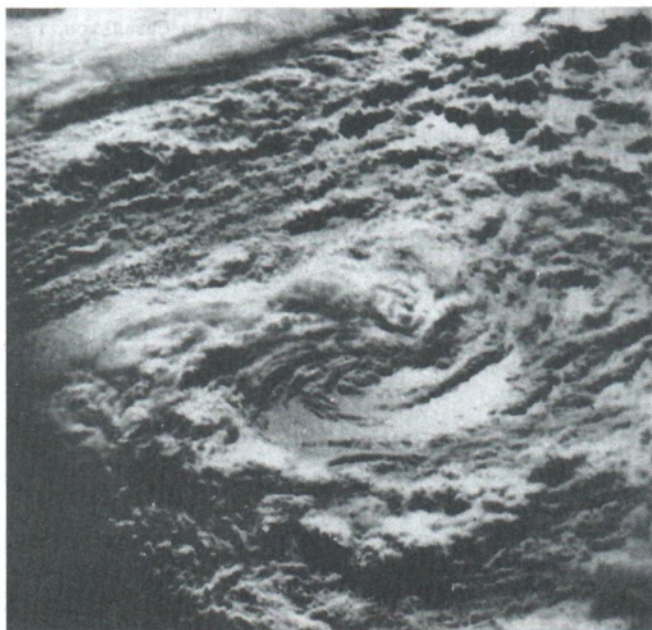
Г.С. ГОЛИЦЫН,

**академик
директор Института физики атмосферы (ИФА) РАН**



своей целью продление сроков надежного прогноза погоды в масштабе всей Земли, по крайней мере до недели. 13 лет длились разработки Программы, проведение крупномасштабных экспериментов по изучению взаимодействия атмосферы и океана, муссонов

и др., в свое время подробно освещавшихся “Землей и Вселенной”, запуски метеорологических и других специализированных спутников. Все это существенно продвинуло понимание погодных процессов, и цель Программы можно считать достигнутой.



За последние 35 лет, на мой взгляд, одним из замечательных событий в науках о Земле было развитие численных физико-математических моделей климата и его изменений. В 1967 г. вблизи Стокгольма состоялась конференция по планированию Программы исследований глобальных атмосферных процессов, поставив-

В 1974 г. состоялась конференция, заложившая основы Всемирной программы исследований климата (ВПИК). Одной из главных целей ее было построение моделей климатической системы (КС), прослеживающих процессы в атмосфере, океане, криосфере и их взаимодействие. В 1998-99 гг. в Англии, Германии, США были проведены эксперименты по полным моделям КС, начиная с 1850 и по 2100 г. В моделях задавался (на срок по наше время) наблюдавшийся ход состава атмосферы (углекислого газа, метана, озона и других парниковых газов). На XXI в.

создавались сценарии изменения состава атмосферы. Производился расчет динамики, температуры, осадков, испарения и других параметров системы. Эти расчеты – на многие месяцы работы самых мощных японских компьютеров (ученые США полгода вели расчеты в Японии): огромный объем информации требует немалых усилий по ее анализу.

Ученые и аспиранты ИФА провели анализ стока Волги и Невы по данным немецкой модели. К нашему удивлению и удивлению немецких коллег, стоки Волги и Невы оказались

в пределах нескольких процентов соответствующими наблюдаемым в XX столетии. Согласно этим расчетам к концу XXI в. можно ожидать увеличения стока Волги на 12-15% и подъема уровня Каспия на 3-4 м.

Хотя предстоит еще большая работа по совершенствованию этих моделей, но уже сейчас можно считать, что появился мощный инструмент, проверенный на климате XX столетия, который дает возможность заглянуть в следующий век и подготовиться к грядущим изменениям.

В.Л. ГИНЗБУРГ,

академик



Скромный 35-летний юбилей “Земли и Вселенной”, с которым поздравляю журнал, совпал, по крайней мере, с еще двумя несравнимыми по значе-

нию юбилеями: 2000-летием христианства¹ и 400-летием сожжения на костре Джордано Бруно. Подумать только – всего 8-10 поколений людей сменилось с тех пор, когда защита научных утверждений и гипотез, противоречащих религиозным догмам, каралась смертью или, как в случае великого Галилея, публичным осуждением и ссылкой (в 1633 г.). Нельзя не поражаться успехам естественных наук за последние 3-4 столетия, и особенно в XX в. Просто не верится, что еще 100 лет назад не было ни теории относительности, ни квантовой механики, ни атомной энергии, ни лазеров, ни... Если же говорить только об астрономии, которая в наши дни, как и во времена Галилея и Ньютона, особенно близка с физикой в целом, то даже на моей памяти не существовало

радиоастрономии, рентгеновской астрономии и гамма-астрономии, а также многого другого, с чем астрономы сегодня сталкиваются ежедневно.

К великому сожалению, прогресс односторонен... И когда речь заходит о социальных явлениях, о человеческом обществе, то картина совсем иная. Ведь от ГУЛАГа и Освенцима нас отделяет лишь одно поколение, и эти страшные тени все еще нависают над нами. Миллионы людей до сих пор верят в библейские легенды, казалось бы полностью опровергнутые современной наукой, в особенности биологией и астрономией. Правда, христианская церковь уже “перестроилась” (о позиции последователей других религий я не осведомлен) и сегодня старается не противопоставлять себя науке². Но все равно еще сохраняется огромный разрыв ме-

¹ По так называемому историческому счету третье тысячелетие и 21-е столетие наступают, разумеется, 1 января 2001 г. Однако по христианской традиции третье тысячелетие от Рождества Христова начинается 1 января 2000 г. (подробнее см.: М.А. Смирнов. Вестник РАН. Т. 69. № 8, 766 (1999).

² См.: В.Л. Гинзбург. “Разум и вера”. Вестник РАН. Т. 69. № 6, 546 (1999); см. также статью автора в газете “Поиск” № 35 от 3 сентября 1999 г.

жду фронтом передовой науки и уровнем понимания и сознания общества в целом. Очевидно, однако, что это совсем другая тема, а я ее коснулся лишь с целью побудить читателей (вероятно, в основном молодых) задуматься не только о текущих, так сказать, научных достижениях, но и о развитии науки в целом, над ее прошлым, настоящим и будущим³.

Теперь перейду к ответу на вопрос редакции: “Какие из достижений и открытий в областях, близких к Вашей сфере деятельности, Вы бы назвали выдающимися?” Буду, однако, касаться здесь только астрономии, хотя главным в моей деятельности была физика, далекая от астрономии.

Итак, что же в астрономии наиболее существенного произошло после 1964 г., т.е. за последние 35 лет?

В 1967-68 гг. были открыты радиопульсары. Тем самым были обнаружены намагниченные вращающиеся нейтронные звезды. Возникла целая область астрофизики (сейчас известно уже более 1000 пульсаров, очень многое выяснено, но осталось и немало вопросов⁴).

В конце 60-х гг. американцы запустили систему спутников “Вела” для проверки соблюдения соглашения о запрещении атомных (ядерных) взрывов в атмосфере. Эти спутники обнаружили гамма-всплески, о чем впервые было сообщено в печати в 1973 г. Долгие годы природа гамма-всплесков оставалась открытой. Очень долго считали, что они образуются на нейтрон-

ных звездах в Галактике, затем в большом (с радиусом 100-300 кпк) галактическом гало и, наконец, где-то далеко на космологических расстояниях. Только в 1997 г. выяснилось, что справедлива космологическая гипотеза: если не вся, то основная и наиболее характерная часть гамма-всплесков образуется на космологических расстояниях, и они сопровождаются выделением фантастически большого количества энергии (точнее, с гамма-всплесками в той или иной форме связано такое энерговыделение, достигающее 10^{52} эрг, а быть может и больше)⁵. Характер (природа) источников неясен — одна из возможностей: слияние двух нейтронных звезд. Так или иначе, речь идет о крупнейшем открытии после обнаружения пульсаров.

Перечисление других существенных достижений заняло бы слишком много места, частично это сделано в ссылке 3. Упомяну без комментариев: 1) укрепление уверенности в существовании черных дыр как с массами порядка солнечной, так и гигантских — в ядрах галактик, в частности, нашей Галактики; 2) открытие рентгеновских пульсаров; 3) обнаружение (правда, косвенное) излучения гравитационных волн (в количественном согласии с Общей теорией относительности) в системе двух нейтронных звезд (пульсар PSR 1916 + 16); 4) появление инфляционной космологической модели и ее развитие; 5) весьма вероятна роль введенного Эйнштейном в 1917 г. λ -члена в космологии даже в нашу эпоху;

6) нельзя не упомянуть также запуск в 1990 г. большого внеземного оптического телескопа (Hubble Space Telescope) и постройку целой серии очень светосильных наземных телескопов. Запущены и спутники — инфракрасные, рентгеновские и гамма-обсерватории; 7) достигнут большой прогресс в изучении космических лучей, да и во многих других областях — всего не счесть.

Не меньше впечатляют перспективы. Строятся и скоро войдут в строй гравитационные антенны (проект “LIGO” и др.) и нейтринные “телескопы”, предназначенные для детектирования космических нейтрино с высокими энергиями. В частности, вероятно одновременное наблюдение космологических “всплесков” в гамма-, гравитационном и нейтринном “каналах”. Я уж не говорю о бурном развитии нейтринной астрофизики низких энергий (солнечные нейтрино, нейтрино от вспышек сверхновых типа вспышки SN 1987 A). Перспективны, хотя и загадочны, исследования природы темной материи (dark matter) и развитие космологии.

В общем астрономы (как и физики, и биологи) живут в замечательное время, полное новых открытий и заманчивого ожидания все новых достижений. Я с завистью думаю, что в 2015 г., когда “Земля и Вселенная” будет отмечать свой 50-летний юбилей, читатели увидят в юбилейном номере очень много интересного, быть может и такое, что и не снилось нашим мудрецам.

³ Позволю себе в этой связи сослаться на свою недавнюю статью “Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными (тридцать лет спустя, причем уже на пороге XXI века)?”. УФН. Т. 169. № 4, 419 (1999).

⁴ См.: В.С. Бескин. Радиопульсары. УФН. Т. 169 (1999).

⁵ См.: К.А. Постнов. Космические гамма-всплески. УФН. Т. 169. № 5, 545 (1999).

Н.С. КАРДАШЕВ,

**академик
директор Астрокосмического центра ФИАН**



Наблюдательная астрономия в 1965-2000 гг. осваивает весь электромагнитный спектр, а самое высокое разрешение достигнуто в радиодиапазоне с помощью интерферометров. Наиболее важными открытиями за указанный период представляются следующие: экспериментальное подтверждение модели образования объектов наблюдаемой Вселенной из сверхплотного вакуума; наличие вакуума малой плотности, приводящего к

ускоренному расширению Вселенной; выявление того, что видимое (наблюдаемое) вещество составляет менее 5%, а невидимое (неизвестной природы) – более 95% плотности Вселенной (в том числе ~70% вакуум). Сейчас уже ясно, что глобальные свойства Вселенной тесно связаны с физикой микромира.

А.М. ЧЕРЕПАЩУК,

**член-корреспондент РАН
директор Государственного астрономического института
им. П.К. Штернберга
член редколлегии журнала “Земля и Вселенная”**



(средняя масса нейтронной звезды (18 объектов) 1.2-1.4 М и черной дыры (13 объектов) 6-12 М. В промежутке масс 2-6 М не найдено релятивистских объектов).

Тот факт, что массы звезд Вольфа-Райе, прародителей релятивистских объектов, распределены равномерно от 5 до 55 М (24 звезды), позволяет сделать вывод, что масса ядра звезды не является единственным параметром, определяющим природу релятивистского объекта. Для образования черных дыр важны также такие параметры ядра звезды: его вращение, магнитное поле и т.п.

2. Определение масс четырех десятков сверхмассивных черных дыр в ядрах галактик (10^6 – 10^9 М). Выявление корреляции между массой балджа

галактики и массой черной дыры в ее ядре, что важно для понимания причин образования черных дыр в ядрах галактик.

3. Рентгеновские и оптические отождествления гамма-всплесков. Выявление космологической природы гамма-всплесков, их вероятное отождествление с процессами, сопровождающими слияние двойных нейтронных звезд или черных дыр.

4. Открытие планетных систем вокруг звезд типа Солнца и нейтронных звезд.

5. Открытие явления микролинзирования звезд ближайших галактик и балджа нашей Галактики темными телами галактического гало; первые результаты по выявлению природы барионной компоненты скрытой массы.

1. Открытие черных дыр в рентгеновских двойных системах (13 черных дыр с измеренными массами). Выявление бимодального распределения масс релятивистских объектов



35 лет – исторически небольшой отрезок времени, когда происходило бурное развитие нашей цивилизации. К этому периоду относятся выдающиеся достижения практически во всех областях фундаментальных наук, в первую очередь, математики, механики, физики, химии, биологии и открывшиеся возможности их широкого использования в создании новых технологий, комплексном анализе природных явлений, повышении эффективности самих научных исследований. Эти тенденции нашли свое яркое выражение в изучении и освоении пространства за пределами Земли, выходе человечества в космос, начало которому было положено запуском в Советском Союзе первого искусственного спутника Земли в октябре 1957 г. К середине 1960-х гг., времени основания журнала “Земля и Вселенная”, мир стал свидетелем осуществления поистине фантастических проектов, сделавших возможным наблюдение из космоса Земли как планеты, изучение ее взаимодействия с Солнцем и окружаю-

щей космической средой, Луны. Это было время полетов к другим планетам Солнечной системы и изучения глубин Вселенной во всех диапазонах электромагнитного спектра, без ограничений, накладываемых земной атмосферой. Человек стал осваивать космос, постепенно приспосабливаясь к условиям этой враждебной среды, и одновременно использовать возможности глобального мониторинга территорий для улучшения земной жизни. Чувство законной гордости охватывает при осознании того, что на протяжении многих лет наша страна была в авангарде этих процессов и добилась крупных успехов во многих направлениях космических исследований, получивших мировое признание.

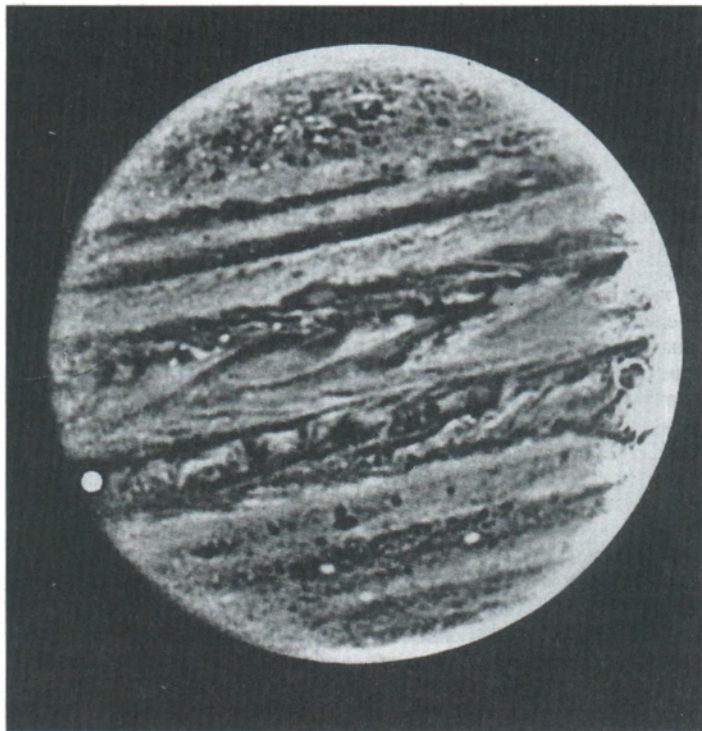
Из числа выдающихся достижений в изучении космоса мы ограничимся здесь лишь результатами исследований ближайшего к Земле космического окружения – Солнечной системы. За прошедшие десятилетия эта область традиционной астрономии претерпела громадные изменения благода-

ря возможностям сближения с планетами и даже посадке на их поверхности, а также резкому совершенствованию методов и инструментов исследований. В результате неизмеримо расширились представления о природе и взаимодействии всей популяции небесных тел, составляющих семью Солнца. Не умаляя важной роли астрономических наблюдений, использующих передовые технологии, следует признать, что основополагающий вклад в современный уровень знаний о Солнечной системе внесли полеты космических аппаратов. Полученная информация позволила усовершенствовать теорию и разработать математические модели действующих природных механизмов во всем их многообразии и в конечном итоге создать единую стройную картину окружающего нас мира от его зарождения до современного состояния и путей последующей эволюции.

Среди выдающихся достижений можно назвать полученные с высоким разрешением изображения поверхностей планет и их спутников, в том числе подробное картирование Марса, Венеры, части Меркурия, галилеевых спутников Юпитера (Ио, Европы, Ганимеда, Каллисто). Это заложило основы новой научной дисциплины – планетной геологии, привело к пониманию глубинного строения планет и причин различных путей их эволюции. Важный вклад в развитие данного направления исследований внесли уникальные данные об элементном составе поверхностных пород Луны, Венеры, Марса с позиций космохимии и эволюции вещества. Путем прямых измерений открыты параметры ат-

мосфер Венеры и Марса, получены данные об атмосферах спутников Юпитера, Сатурна (Титана) и Нептуна (Тритона). Выявлены особенности взаимодействия атмосфер с ледяными поверхностями этих тел при крайне низких температурах, отвечающих условиям конденсации, помимо воды, аммиака и метана. Уникальные данные о химическом составе планетных атмосфер, включая содержание и изотопные отношения малых компонентов и инертных газов, внесли существенный вклад в решение проблемы происхождения атмосфер и формирования климата на планетах земной группы. В том числе условий возникновения необратимого парникового эффекта на Венере с образованием горячей плотной атмосферы, и процессов, обусловивших предполагаемый коллапс изначально плотной атмосферы Марса до ее нынешнего разреженного состояния. Отметим также открытие серно-кислотных облаков Венеры и ее специфической атмосферной динамики, понимание условий развития мощных пылевых бурь на Марсе и формирования грандиозных динамических образований на Юпитере, Сатурне, Нептуне, обусловленных внутренними тепловыми источниками, в два-три раза превышающими приток энергии от Солнца.

Неожиданным стало открытие мощного вулканизма на Ио, происходящего за счет разогрева ее недр из-за приливных возмущений эксцентриситета орбиты под влиянием притяжения Европы и Ганимеда. С приливным разогревом связывается также предполагаемое существование водного океана под ледяной поверхностью Европы, отличающейся высокой степенью трещиноватости. Это ставит Европу, наряду с Марсом, в число потенциальных кандидатов на существование жизни. Измерения магнитных полей планет и ис-



следования околопланетного пространства дали важные сведения о процессах в гелиосфере и особенностях взаимодействия небесных тел с солнечным ветром, неизмеримо расширивших представления о свойствах космической плазмы и комплексе явлений, объединяемых понятием солнечно-планетных связей.

Новые горизонты открылись в изучении малых тел — обнаружены многочисленные спутники планет-гигантов и Плутона (Харон). Оказалось, что Харон находится на орбите-аналоге геосинхронного искусственного спутника. Найдены уникальные системы колец у Юпитера, Урана, Нептуна, а у хорошо известных колец Сатурна выявлена тонкая структура и ряд других интересных эффектов. Изучена динамика этих устойчивых образований, представляющих собой примеры природных процессов самоорганизации, включая роль ре-

зонансного взаимодействия частиц колец с внешними спутниками планеты. Наконец, важное значение для понимания процессов зарождения планетных тел и самых ранних этапов их эволюции имели полученные космическими аппаратами первые результаты исследований комет и астероидов, содержащие уникальную информацию о первичном веществе Солнечной системы. Крупным достижением стало обнаружение большого числа тел размером в несколько сот километров в транснептуновой области, что послужило экспериментальным подтверждением существования еще одного пояса астероидов (пояса Койпера) на расстоянии 102-103 а.е. от Солнца. С учетом этого обстоятельства самую дальнюю планету Солнечной системы — Плутона — следует скорее считать не планетой, а одним из крупных объектов пояса Койпера.

Подводя итог этого краткого (и далеко не полного) обзора важнейших достижений последних десятилетий, можно сделать следующее заключение. Наше понимание Солнечной системы эволюционировало от простого набора небесных тел к целостной системе взаимодействующих объектов, природные особенности которых формировались в зависимости как от начальных условий, так и последующих разнообразных физико-химических процессов. К ним следует отнести фундаментальные процессы небесной динамики, диссипативных неустойчивостей и самоорганизации в протопланетном диске; столкновительные процессы, включая малые тела (кометы и астероиды), обогатившие летучими планеты земной группы на постаккреционной стадии, с чем связывается образование их вторичных атмосфер; совокуп-

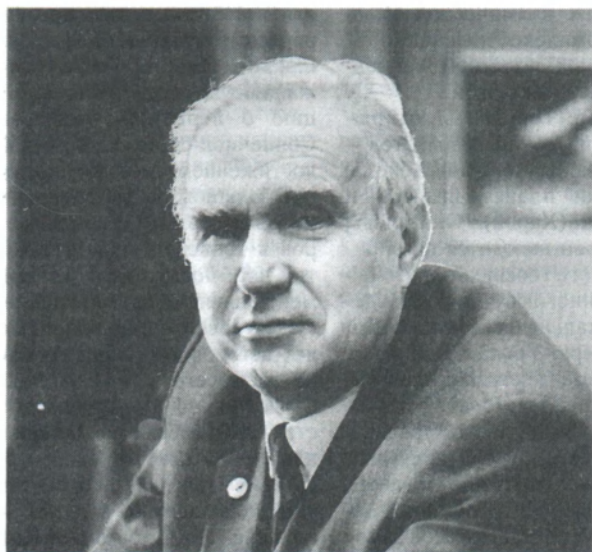
ность процессов тектоники, широкомасштабного вулканизма и выветривания как отражение этапов тепловой эволюции, формирования особенностей геолого-морфологических структур, атмосферы и климата. Наряду с непрерывно возрастающей ролью космогонического подхода в исследовании Солнечной системы, важнейшее значение имеют принципиально новые данные об аккреционных звездных дисках и открытие планет у других звезд.

Достигнутый прогресс преопределил три важнейших направления, на которых несомненно будут сосредоточены основные усилия исследователей в следующем столетии. Первое – детальное изучение природных закономерностей и механизмов на планетах Солнечной системы с позиций сравнительной планетологии и в интересах решения

земных проблем. Второе – комплексный подход к решению фундаментальной проблемы происхождения и эволюции Солнечной системы на основе анализа первичного вещества, процессов его трансформации и с учетом непрерывно пополняемых данных о внесолнечных планетах. Третье – поиск признаков жизни на других планетах (спутниках) или следов биологической эволюции из первоначального органического вещества. Мы являемся свидетелями второго рождения астробиологии, объединившей усилия ученых разных направлений, пытающихся найти ответ на кардинальный вопрос о возможности существования не только самых примитивных биологических организмов в Солнечной системе, но и более высокоразвитых форм жизни далеко за ее пределами.

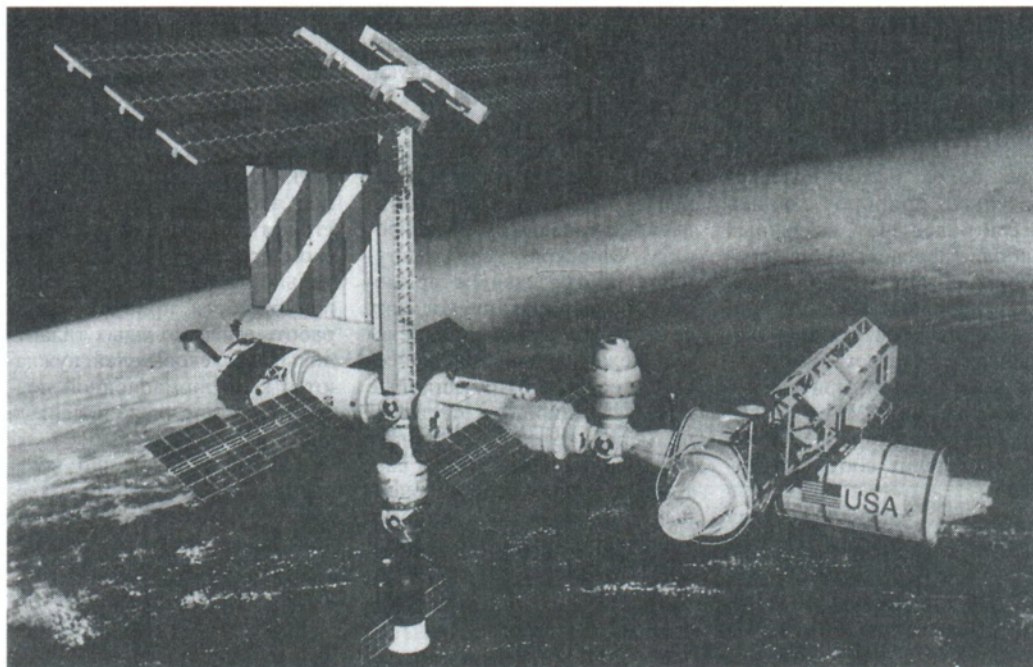
Ю.П. СЕМЕНОВ,

**доктор технических наук, профессор,
Генеральный конструктор,
член-корреспондент РАН**



В связи с юбилеем Вашего издания позвольте выразить глубочайшую признательность за то постоянное внимание, которое журнал “Земля и Вселенная” уделяет проблематике практического освоения космоса человеком. С этим направлением деятельности так или иначе связаны многие принципиальнейшие открытия передовой науки последних десятилетий XX в.

В середине 60-х, когда Ваш журнал делал первые шаги, космонавты еще только осваивали первые многоместные корабли “Восход” и впервые в истории совершали пробные выходы за борт корабля, а космические автоматы едва нащупывали направления специализа-



ции и прокладывали первые трассы к планетам Солнечной системы. По инициативе энтузиастов отечественной космонавтики проторенная полетами первого искусственного спутника, а затем – первого космонавта планеты Юрия Гагарина дорога к звездам стала настоящим путем прогресса и открытий для многочисленных областей науки.

За истекшие три десятилетия космонавтика действительно возмужала и превратилась в неотъемлемую область научной деятельности, концентрирующую наиболее прогрессивные направления познания Вселенной. Благодаря проникновению человека в космос и началу интенсивной работы его на околоземной орбите пространство экспериментального соприкосновения с непознанными явлениями природы было принципиально расширено по всему фронту научного знания. Исследователи, работающие в области биологии человеческого организма и биотехнологии, физики твер-

дого тела и материаловедения, получили уникальную возможность эксперимента в неведомых ранее землянам условиях невесомости. Геофизика, геология и география впервые в истории человечества открыли для себя новый, глобальный взгляд на предмет исследования – нашу планету. Внеземное размещение астрофизических инструментов открыло эпоху рентгеновской, ультрафиолетовой и гамма-лучевой астрономии, что привело к проникновению взора астрофизиков Земли не только в самые удаленные уголки Вселенной, но и – учитывая длительность перемещения света – в далекое прошлое самого мироздания. В обеспечении прогресса космической техники все программы фундаментальных исследований постоянно сопровождались важнейшими прикладными техническими экспериментами.

Поскольку именно Ваш журнал тщательно следит за новейшими открытиями мирового класса во всех перечис-

ленных областях, нет смысла приводить здесь конкретные примеры. Но в связи с ними уместно еще раз подчеркнуть роль практической деятельности человека в космическом пространстве.

Только реальный прогресс в повышении надежности космической техники и безопасности космических полетов, принципиальное снижение связанного с ними риска, обеспечение профилактических медико-биологических мероприятий на основе научных методов привели к постепенному наращиванию возможностей активной работы космонавтов по сборке, отладке и настройке экспериментального оборудования в космосе, совершенно необходимой для обеспечения работы серийных автоматических аппаратов. Сегодня нами освоены все необходимые приемы и методы работы в космосе, и перед космонавтами можно с уверенностью ставить любые задачи, на равных с наземными исполнителями. В наши дни космические стан-

ции на практике стали орбитальными экспериментальными лабораториями, оснащенными уникальным оборудованием. Например, на борту станции “Мир” мы имеем сегодня более двухсот высокочассных приборов общей массой более 11 т, созданных наиболее передовыми научными организациями 25 стран. Международные научные программы на этой станции выполнены с участием иностранных космонавтов, причем побывавших на “Мире” иностранцев в полтора раза больше, чем наших соотечественников.

Вероятно, сегодня к числу новейших открытий, связанных с освоением космоса, следует отнести и прогрессивные решения в новых для космонавтики гуманитарных дисциплинах, таких как международ-

ные отношения, коммерческие методы в экономике, социальная политика городов науки. Создание Международной космической станции является крупнейшим в истории научно-техническим проектом человечества. Экономические методы кредитования работ по проекту “Морской старт” выступают прогрессивным примером поддержки наукоемких технологий путем привлечения международных финансовых ресурсов. Спутниковые коммуникационные системы, примером которых выступает создаваемая нами сегодня система новейших геостационарных ретрансляторов на базе унифицированной платформы “Ямал”, принципиально изменяют характер информационного взаимодействия человеческого общества.

Одним словом, космонавти-

ка выступает локомотивом, движущей силой, расширяющей фронт познания во всех направлениях.

И так же, как все эти прорывные достижения прогресса науки и техники в значительной мере обеспечены присутствием человека в космическом пространстве, наша деятельность в космонавтике, возможности привлечения к работе в ней молодых талантливых исследователей нуждаются в информационной поддержке, в том числе и Вашего уникального издания.

Разрешите сердечно поздравить Ваш творческий коллектив с юбилеем и пожелать всем новых увлекательных открытий. Пусть читатель в каждом новом номере Вашего замечательного журнала открывает для себя пути к новым знаниям!

А.В. НИКОЛАЕВ,

**член-корреспондент РАН,
член редколлегии журнала “Земля и Вселенная”**

Когда 35 лет назад был основан журнал “Земля и Вселенная”, началась эпоха первых полетов в космос и победного шествия крупнейших космических программ. В то время новые спутниковые методы исследований сразу далеко продвинули и исследования планеты, возникли спутниковая гравиметрия, спутниковая геодезия. Их применение дало новые знания о строении и эволюции твердой Земли, динамики атмосферы и гидросферы.

На фоне этих событий наземные исследования нашего “подземного космоса” казались скромными и сравнительно малозаметными. Но и здесь (с участием журнала “Земля и Вселенная”) произошла смена

эпох. Коренным образом изменились взгляды на свойства горных пород и вещества глубоких недр Земли, на строение и эволюцию динамических процессов. Были созданы приборы и методы сейсмологических и других геофизических наблюдений, позволяющие видеть тонкую структуру недр, слышать звуки пластического течения горных масс.

Компьютерная революция далеко продвинула методы обработки и интерпретации данных. Сейсмическая томография Земли и по времени, и по глубине решаемых задач во многом опередила томографию медицинскую и техническую. С ее помощью обнаружены слабые взаимодействия



геофизических полей и процессов разной природы, их нелинейный характер, который во многом непредсказуем и пока недоступен современным техническим возможностям и пониманию природы вещей.

Сейчас стало особенно ясно, что Земля – это частица Вселенной. Наземные геофизические наблюдения отчетливо “видят” влияние Солнца и Луны на литосферу и другие земные оболочки. В дни юности

журнала “Земля и Вселенная” читатели могли видеть Землю из Космоса, сейчас можно сказать, что мы смотрим на Землю и видим Космос. И название теперь уже “старого” журнала звучит по-новому.

С.С. ЛАППО,

**доктор физико-математических наук
директор Института океанологии
им. П.П. Ширшова**



Результаты исследования океана во второй половине XX в. полностью изменили понимание протекающих в нем процессов, включая представления о развитии всей земной оболочки, образовании металлоносных залежей, принципиальных особенностях развития жизни на Земле, о роли океана как важнейшего климатообразующего фактора планеты и источника пищевых ресурсов. На дне океана были открыты протяженные горные хребты, не имеющие аналогов на суше, вдоль которых происходит раздвижение литосферных плит, образующих земную кору. К этим хребтам приурочен мощнейший подводный вулканизм и осаждение сульфидов

металлов. На глубинах более 6000 м под давлением 600 атм. была обнаружена жизнь, не использующая солнечный свет как источник первичной энергии. Была выявлена совершенно новая структура океанских течений, состоящих из плотно упакованных вихрей, обнаружен так называемый подводный звуковой канал, позволяющий использовать акустическую связь на расстояниях более 1000 м и многое другое.

В ходе исследований сделаны основные фундаментальные открытия, связанные с динамикой морских вод и ее пространственно-временной изменчивостью, включающей микроструктурные особенности вертикальной стратификации океана, мелкомасштабную океанскую турбулентность, синоптические вихри и линзы, а также такие компоненты крупномасштабной циркуляции вод, как экваториальные противотечения и меж океанский обмен. Разработаны математические модели общей циркуляции вод Мирового океана и его взаимодействия с атмосферой.

Обновились и представления о современных процессах формирования состава морских вод на основе изучения гидротермальных явлений в рифтовых зонах срединно-оке-

анических хребтов, которые по сути представляют собой высокотемпературные реакторы. На глубинах 3-4 км при температурах около 300-400 °C протекают реакции выщелачивания с образованием металлоносных осадков. Было доказано, что активность подводного вулканизма на порядок превышает масштабы его проявления на поверхности континентов, что привело к переосмысливанию процессов осадкообразования в акваториях морей и океанов.

Существенно развилась биоокеанология. На основании экспедиционных экосистемных исследований и спутниковых данных о цветности поверхностного слоя океана получены достоверные оценки его первичной продукции, которая оказалась значительно большей, чем продукция сухопутных биоценозов. Новые данные принципиально важны для оценки потоков CO₂ между океаном и атмосферой и роли океана в глобальных климатических процессах.

Проведено исследование структуры гидротермальных экосистем различного типа в масштабах всего Мирового океана. Создан банк гидрохимических данных.

В рамках развития концепции биологической структуры



практически завершено обследование фауны ультраабиссали глубоководных желобов океана. Изучены уникальные обособленные экосистемы подводных гор в различных районах океана.

Проведен 25-летний мониторинг экосистемы Черного моря и подробно исследованы причины ее кризисного состояния, связанные с антропогенной гиперэвтрофикацией и массовым развитием мнемиио-

писиса – хищного гребневика-вселенца.

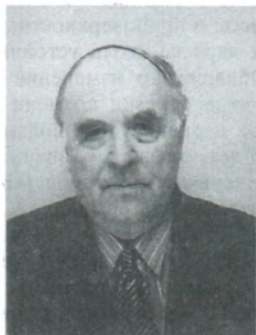
В 80-х гг. было построено судно “Академик Мстислав Келдыш”, а также специализированные научно-исследовательские суда “Академик Вавилов” и “Академик Иоффе”, оборудованные уникальными приборами и техническими средствами для изучения океана. В это же время ввели в эксплуатацию глубоководные обитаемые аппараты “Мир-1” и

“Мир-2”, позволяющие проводить работы до глубины 6000 м.

Проведены семилетние исследования (1989-1996 гг.) на НИС “Академик Мстислав Келдыш” с ГОА “Мир” по экологическому состоянию и радиационному мониторингу района гибели атомной подводной лодки “Комсомолец”, выполнен комплекс защитных подводно-технических работ для локализации выхода радионуклидов.

В.Н. СТРАХОВ,

**академик
директор Объединенного института физики Земли
им. О.Ю. Шмидта**



Всю свою жизнь я занимаюсь математическими проблемами геофизики, прежде всего гравиметрии и магнитометрии.

По моему мнению, одно из важнейших событий в развитии естествознания в XX в. – создание теории некорректно поставленных задач. Эта теория, составляющая важнейшую часть современного естествознания, была создана в СССР в 50-70-е гг. – в трудах выдающихся советских ученых: академика А.Н. Тихонова, академика М.М. Лаврентьева, члена-корреспондента РАН В.К. Иванова, а также их сотрудников и учеников. Теория некорректных задач широко применяется ныне во всех естественных науках – от астрофизики до биологии. Но

особенно большое значение она имеет для геофизики, в которой подавляющее большинство задач поставлено некорректно – решение задачи в классическом смысле может не существовать либо, наоборот, имеет место неединственность решения, и практически всегда, если даже имеет место единственность, решение является неустойчивым – малым вариациям входных данных в задаче соответствуют большие вариации решения. Только разработка теории некорректно поставленных задач внесла ясность в проблему нахождения решений подобных задач.

Г.Н. ПЕТРОВА,

**доктор физико-математических наук
Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта,
член редколлегии журнала “Земля и Вселенная”**



К началу 60-х гг. палеомагнитология как раздел науки уже сформировалась. Была четко сформулирована методология, получили развитие те разделы физики твердого тела, физики магнитных явлений, геохимии, минералогии, на которые опиралась палеомагнитология, разработаны методы получения необходимых данных, их геологические, физические, математические аспекты.

К этому времени уже были получены результаты принципиальной значимости. Открытие инверсий определило линию развития теории генерации магнитного поля Земли, их

распределение во времени явилось основой создания магнитостратиграфической шкалы, а изучение вариаций в прошлые эпохи позволило говорить о динамических характеристиках жидкого ядра. Наконец, расхождение траекторий миграции геомагнитного полюса по палеомагнитным данным для разных континентов влило новую струю в вопрос о дрейфе континентов и внесло численные оценки в палеотектонику.

1963 г. стал началом нового этапа для парадигмы тектоники плит: Вайн и Метьюз предложили объяснение происхождения линейных океанических

аномалий, заключающееся в том, что по мере раздвижения океанического дна лавы, изливающиеся в образовавшуюся щель, намагничиваются в зависимости от времени их влияния (т.е. времени образования щели) то прямым, то обратным геомагнитным полем. С этих пор палеомагнитные данные становятся опорными для тектоники плит. К настоящему времени имеется развернутая картина перемещения плит и блоков океанической коры, а также коры континентальной с оценкой скорости и временных интервалов перемещений.

К концу 60-х гг. было установлено, что резкие флюктуации направления геомагнитного поля, ранее принимавшиеся как ошибки, отражают еще одно, принципиально отличающееся от других изменение геомагнитного поля, – экскурсы. За истекшие 30 лет построена шкала экскурсов для магнитной эпохи Брюнес (~700 млн лет), и получены некоторые данные для более древних эпох. Эта шкала используется как реперная для геологических и климатических событий. Изучение экскурсов заставило внести коррективы в теорию генерации геомагнитного поля и изменить взгляды на строение жидкого ядра и

протекающие в нем процессы.

За последние 35 лет на порядок возрос объем палеомагнитных данных, созданы базы данных, разработаны новые методы оценок достоверности (“веса”) данных. Заполнены пробелы в магнитостратиграфической шкале. Временные рамки палеомагнитных исследований перешагнули рубеж 2,5 млрд лет. Такое изменение количества, качества и подвластного исследования времени привело к новым возможностям обобщения сведения о геомагнитном поле и к сопоставлениям его развития и изменений с другими геофизическими, геологическими, климатическими и астрономическими процессами. Сейчас известны характерные времена изменения геомагнитного поля, начиная с первых десятков и кончая сотнями миллионов лет. Изучение и сопоставление характерных времен, их динамики, интенсивности отражаемых ими процессов знаменуют новую линию в изучении эволюции Земли и выявлению ее – эволюции – рубежей. Один из таких рубежей проходит около 600 млн лет.

Процессы в жидком ядре отражаются в колебаниях с характерными временами 20-120 лет (приповерхностные слои ядра) и 300-10000 лет (основной объ-

ем ядра). Имеющиеся в настоящее время данные позволяют говорить, что основной процесс генерации геомагнитного поля, а следовательно, и условия в основной части жидкого ядра оставались постоянными по меньшей мере 250 млн лет. Процессы в приповерхностных частях ядра не столь устойчивы. Обнаружено изменение в некоторые отрезки времени в спектре вариаций с периодами 20-120 лет, связанные, видимо, с изменениями величины магнитного момента Земли.

Существенное развитие получила за последние 35 лет теория генерации геомагнитного поля. Здесь нужно отметить переход к разработке трехмерной модели, представляющей значительные математические трудности, а также предположение о проводящем твердом ядре, которое внесло изменения в описание физического механизма процессов и в ряд численных оценок. Отдельно следует упомянуть математическую модель генерации, потребовавшую значительные затраты времени работы современного компьютера, но описавшую все особенности реального поля, вплоть до первой инверсии.

Ю.Н. ЕФРЕМОВ,

**доктор физико-математических наук
Государственный астрономический институт
им. П.К. Штернберга**

Как изменилась астрономия за 35 лет существования журнала “Земля и Вселенная”? Прежде всего, в эти годы завершилась вторая революция в астрономии (так часто называют превращение астрономии во всеволновую). Ныне весь диапазон электромагнитного

спектра доступен наблюдению. Рождение звезд наблюдается в инфракрасных лучах, пробивающих облака пыли. Рентгеновское и гамма-излучение доносит до нас бурные события заключительных стадий жизни звезд. Промежуточные стадии наблюдаются в оп-

тическом диапазоне, а завершенная за эти годы теория звездной эволюции полностью их описывает (первая моя статья в “Земле и Вселенной” в 1965 г. была посвящена успехам этой теории).

Нейтронные телескопы и создающиеся приемники гра-



витационных волн можно назвать предвестниками грядущей третьей революции. Возможности оптической астрономии тоже резко раздвинутся в ближайшие годы благодаря наблюдениям гравитационного линзирования, которое служит чем-то вроде естественного сверхтелескопа. Широкое внедрение, начиная с 70-х гг., приборов с зарядовой связью (CCD) резко повысило проникающую способность оптических телескопов. Выход в космос открывает фантастические перспективы сверхточных астрометрических измерений из космоса, начатых спутником "Гиппаркос", и позволяет резко увеличить разрешающую способность и радиointерферометрических методов.

Как отмечал И.С. Шкловский, важнейшим результатом космонавтики явилось подтверждение результатов дистанционных астрономических наблюдений прямыми исследованиями далеких планет. Это укрепило веру в то, что отечественные телескопы и теории правильно описывают мир – вплоть до четко определенных пределов, таких, как начальная сингулярность и черные дыры. Здесь нас действительно ждет неизвестное, но новая космофизика включает в себя знание об обыч-

ных звездах и галактиках как частный случай, что есть, по моему мнению, признак подлинной науки – она подчиняется принципу соответствия. С этой точки зрения, революций в науке не бывает. Планетная теория Птолемея была элементом пранауки, а не первым приближением к истине. Деятельность Коперника, Галилея и Ньютона ознаменовала не революцию в астрономии, а рождение современной науки. Их деятельность создала фундамент современной астрономии, вызвала революцию в мировоззрении. Вторая подобная революция связывается с появлением теории относительности и квантовой механики, совпавшей по времени (20-е гг. XX в.) с возникновением картины расширяющейся Вселенной, наполненной галактиками.

В 1965 г. было открыто реликтовое излучение, дожившее до наших дней с эпохи первых мгновений расширения Вселенной и доказавшее правильность горячей модели ранней Вселенной. Наряду с красным смещением в спектрах галактик это открытие послужило важнейшим обоснованием правильности космологических представлений, основанных на общей теории относительности. Однако уже с 80-х гг. стали развиваться представления о множественности вселенных, об их спонтанном рождении из вакуума. Эти понятия тесно связаны с работами по созданию единой теории физических взаимодействий, для проверки которой недостаточно энергетических ресурсов всей планеты. Как говорил Я.Б. Зельдович, Вселенная – это ускоритель элементарных частиц для бедного человека...

Можно сказать, что с 80-х гг. началась третья мировоззренческая революция, основное содержание которой составляет признание множественности вселенных с самыми разнообразными физическими законами в каждой из них. Удивитель-

ная "подгонка" всех параметров нашего мира к возможности существования в нем человека в таком случае не удивительна, а число разнообразных вселенных по некоторым оценкам составляет 10^{50} . Множественность вселенных, спонтанно возникающих из физического вакуума, следует из новой космологии, развиваемой А.Д. Линде и др. Одна из них – наша Вселенная – могла возникнуть с комбинацией параметров, позволяющих наше существование или даже с необходимостью к нему ведущих. Описание эволюции нашей Вселенной, основанное на космологии Эйнштейна-Фридмана, при этом не отрицается, а лишь ограничивает область ее применимости, в согласии с принципом соответствия.

Хочется подчеркнуть, что прогресс космологии и астрофизики неразрывно связан с общим развитием теоретической физики, с построением единой теории физических взаимодействий, о которой мечтал Эйнштейн. В нашей стране эта уния физики и астрономии нашла особенно яркое воплощение в деятельности Я.Б. Зельдовича и В.Л. Гинзбурга, внесших большой вклад в развитие обеих наук.

Принципиальный прорыв в развитии космологии был в известной степени стимулирован осмыслением факта, что существование человечества возможно лишь в узком интервале макро- и микропараметров физического мира, для чего необходимо было найти объяснение. Наше соответствие этому миру долго казалось вполне тривиальным обстоятельством, глупина проблемы и ее эвристическое значение не замечались.

Возможно, аналогичная ситуация наблюдается и сейчас – не менее глубокой и потенциально плодотворной являється проблема молчания Вселенной. Проблема существования внематерного разума может найти решение на путях дальнейшего развития космологии,

как об этом пишет А.Д. Линде и еще раньше писал В.А. Лефевр. Такие яркие ученые, как Ф. Хойл, И.С. Шкловский, Н.С. Кардашев, на счету которых блистательно подтвердившиеся идеи, много внимания уделяли и уделяют этой проблеме, но для обширного круга специалистов она остается научной фантастикой, заниматься которой не след серьезному ученому. Между тем, это величайшая загадка мироздания, ибо при темпах развития технологии, подобных земным, вся Галактика должна быть освоена за несколько миллионов лет. Уникальность человеческой цивилизации, или же неизбежность замыкания каждой цивилизации в своем коконе, должны получить объяснение.

Возможно, однако, что те виды деятельности или сигнализации, которые мы ожидаем встретить, основываясь на столь коротком технологическом опыте – этап, через который другие прошли раньше на тысячи или миллиарды лет. Тогда многие явления и объекты, наблюдаемые астрономами, могут быть связаны с активностью далеко опередивших нас космических субъектов. Это подозревают С. Лем, Ф. Хойл, Ф. Дайсон, Н.С. Кардашев, В.А. Лефевр и др. Можно предположить, что контакт – или хотя бы четкое понимание встречи с продуктом разумной деятельности – свершится в ходе общего прогресса астрономических исследований, а не специальных поисков искусственных сигналов.

Если говорить о более конкретных результатах, полученных за время жизни журнала “Земля и Вселенная”, то наиболее важными представляются наблюдательные данные о заключительных стадиях звездной эволюции. Прежде всего, это постепенно накапливающиеся свидетельства существования черных дыр, объектов, которые выходят за пределы компетенции современ-

ной физики и открывают дорогу в пространства других вселенных, в другие времена. Данные о десятке двойных звезд говорят о том, что масса ненаблюдаемого компонента должна быть больше предельной для нейтронных звезд. Особенно убедительны кинематические свидетельства существования массивной черной дыры в центрах ряда галактик, включая нашу. Изучение черных дыр, очевидно, будет в центре внимания астрономии XXI в.

Обнаружение черных дыр – медленно прогрессирующий процесс, в нем нельзя назвать дату или первооткрывателя, но открытие нейтронных звезд, “огарков” звезд меньших масс, было драматическим событием. Нейтронные звезды-пульсары были случайно обнаружены в 1968 г. по их строго периодическим радиоимпульсам. В течение полугода обнаружение этих импульсов было засекречено, ибо не исключалось их искусственное происхождение, а затем Нобелевскую премию получил руководитель работы Хьюиш, но не его аспирантка Белл, первая их заметившая. (В связи с этим злые языки говорят, что Хьюиш получил премию Ноубелл...)

Тесно примыкает к проблеме черных дыр и нейтронных звезд исследование вспышек гамма-излучения, открытых в 1967 г. и оставшихся загадочными в течение тридцати лет – неперекрываемый рекорд в современной астрономии. Долгие шесть лет гамма-вспышки оставались секретом Национальной обсерватории Лос-Аламос (их обнаружили с помощью спутников, предназначенных для регистрации ядерных взрывов), хотя довольно скоро было установлено, что вспышки приходят из космоса. Наконец, побывавший с визитом в Лос-Аламосе известный физик Ф. Дайсон сказал коллегам, что даже Советам не под силу почти каждый день выводить в космос ракеты с водородными бомба-

ми – надо публиковать сообщения о явлении.

Кратковременность явления (от долей до сотен секунд) указывала, что источники гамма-лучей – очень компактные объекты, такие как нейтронные звезды. Полная изотропность расположения на небе, отсутствие концентрации к плоскости и к центру Галактики или же к близким галактикам оставляла только две возможности – они либо очень близко от нас (не дальше ближайших звезд), либо очень далеко. Но тогда это явление чудовищной энергии в далеких галактиках.

Данная проблема мучила астрономов дольше, чем какая-либо другая во 2-ой половине XX в. (Вспомним, что на принципиальное решение вопросов о природе квазаров или пульсаров ушло не более года.) Главная трудность состояла в том, что в отличие от этих объектов, ни в каком другом диапазоне спектра гамма-всплески не обнаруживались. Сейчас ясно, что этому препятствовали кратковременность явления и отсутствие сколь угодно точных координат.

Почти все гипотезы стали достоянием истории весной 1997 г. В конце февраля италоголландский спутник “ВерроSAX” зарегистрировал гамма-вспышку GRB 970228 (Gamma-ray burster 28 февраля 1997), на месте которой был обнаружен угасающий рентгеновский источник. Это позволило определить точные координаты, по которым на месте гамма-вспышки была найдена слабая галактика. Затем было обнаружено оптическое “послесвечение” у вспышки GRB 970508 и слабая галактика на его месте. У нее удалось измерить красное смещение линий в спектре, оказавшееся равным $Z = 0.835$ – гигантское, как часто говорят, “космологическое” расстояние.

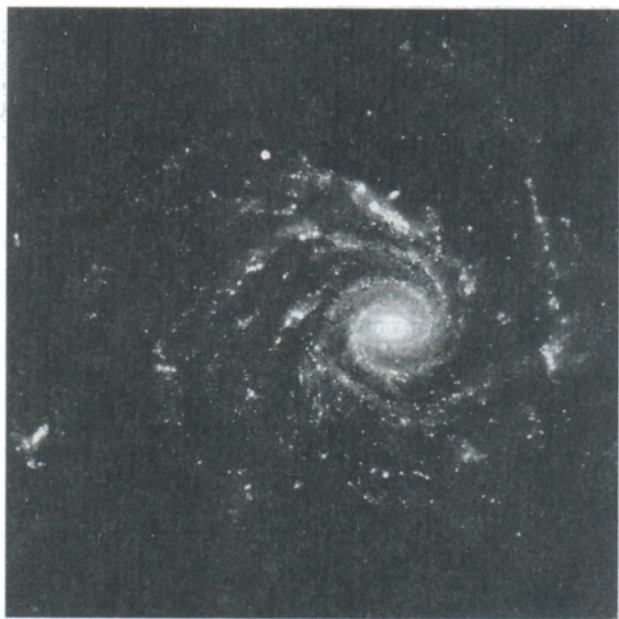
Сейчас “послесвечение” наблюдается у двух десятков гамма-всплесков. Мало кто со-

мневается, что они приходят с весьма далеких расстояний, в пределах которых достаточно много галактик. Это означает чудовищно гигантские энергии вспышек, до 10^{53} - 10^{54} эрг, как у сотен и тысяч сверхновых звезд, вспыхнувших одновременно.

Проблема остается наиболее актуальной и в современной астрофизике, здесь пересекаются космология, эволюция звезд и галактик, физика высоких энергий. Нарастает подозрение, что гамма-вспышки тесно связаны с сверхновыми некоторых типов, и их излучение сосредоточено в узком пучке. Это может существенно уменьшить оценки мощности вспышек, но зато увеличивает оценки их частоты. В таком случае гамма-вспышки, оказывающие сильнейшее воздействие на межзвездную среду, могут существенно влиять на процессы звездообразования в галактиках.

Большие перемены произошли за эти 35 лет и в более близкой к нам области — в представлениях о нашей Галактике. Принадлежность ее к типу спиральных галактик была известна и раньше. Теперь выясняется, что Млечный Путь относится к классу спиралей с перемычкой, баром, простоящимся до расстояний около 4 кпс от центра. Это следует из анализа движения газа в центральной области и из инфракрасных данных и должно привести к серьезным изменениям в интерпретации кинематических данных и для окрестностей Солнца.

Лишь в 1975-79 гг. были обнаружены облака молекулярного водорода, в наиболее плотных частях которых и свершается процесс звездообразования. Подобно самым молодым звездам, они показывают наивысшую концентрацию к плоскости Галактики и к ее спиральным рукавам. В рукаве Киль-Стрелец сверхгигантские облака атомарного водорода, в сердцевинах которых сосредоточен молекулярный газ, расположе-



ны через регулярные интервалы (примерно через 1 кпс), как и требует теория их формирования под действием гравитационной неустойчивости. Это, а также полученные нами недавно доказательства концентрации в этом рукаве не только молодых, но и довольно старых звезд и скоплений, свидетельствует, что рукава нашей Галактики созданы гравитационными волнами плотности.

Гидродинамическая теория волновых спиральных рукавов несовместима с концентрацией в рукавах старых звезд, найденной сейчас практически во всех галактиках с регулярной спиральной структурой. Впрочем, непригодность этой теории была очевидна и раньше, ибо область коротации, одинаковой скорости вращения вещества галактики и ее спирального узора, всегда находится далеко от центра галактики, а не близ него, как получалось в экспериментах с вращением сосудов с мелкой водой, обосновавших гидродинамическую теорию спиральных рукавов.

Однако в большинстве спиральных галактик рукава во-

обще не являются волновыми образованиями. Это хаотически расположенные, вытянутые и изогнутые области концентрации одних лишь молодых звезд. Такая структура объясняется растяжением гигантских звездных комплексов дифференциальным вращением галактик, скорость которого увеличивается к центру. В звездных комплексах с размером около 1 кпк, существование которых было обосновано в наших работах 1975-89 гг., концентрируется 90% молодых скоплений и ассоциаций, но они содержат и звезды с возрастом до 100 млн лет, вроде цефеид. В волновых спиральных рукавах комплексы возникают из сверхгигантских газовых облаков, а в общем случае звездные комплексы выделяются как результат спонтанного звездообразования в турбулентном газе, при котором размеры области звездообразования (как было показано Б. Эльмегрином и автором) возрастают пропорционально длительности звездообразования в ней. Сосредоточенные в звездных комплексах

ОВ-ассоциации – наиболее молодые области. Они также подчиняются этому закону, из которого следует, что ассоциации большего размера имеют больший возраст. Кажущееся расширение звездных ассоциаций нашло естественное решение.

Однако, надо сказать, что взрывные процессы тесно связаны с звездообразованием, ибо вспышки сверхновых и звездный ветер от горячих звезд стимулируют его в соседних газовых облаках. Считается, что неоднократные вспышки сверхновых в достаточно богатых скоплениях формируют гигантские оболочки нагребенного газа, в котором затем возникают новые скопления. Однако проведенные недавно поиски таких родительских скоплений в центрах сверхоболочек не привели к успеху. Несколько исследователей высказали в 1998 г. пред-

положение, что сверхоболочки порождаются единичными сверхмощными взрывами объектов, вызывающих всплески гамма-излучения, энергии которых вполне достаточно. Мы полагаем, что сильнейшим аргументом в пользу этой точки зрения служат кратные звездные арки, гигантские дугообразные комплексы молодых звезд и скоплений, известные пока лишь в трех галактиках. Близкое соседство нескольких арок неопровержимо свидетельствует, что общий источник объектов, взрывы или излучение которых породили эти арки, находится где-то поблизости. Логично считать, что таким источником могло быть только достаточно богатое скопление, из которого ушли прародители объектов, стимулировавших образование звездных арок. Для кратных арок в Большом Магеллановом Облаке мы смогли даже

указать кандидата в такое прародительское скопление. Вполне возможно, что исследование звездных арок прольет свет на природу объектов, порождающих гамма-всплески.

Согласно общему мнению, конечный продукт этих всплесков – черные дыры. Так прозаические исследования пространственно-временной истории звездообразования в галактиках смыкаются с проблемами переднего края физики и астрофизики. Дальнейшее развитие астрономии и науки немислимо без синтеза самых разных результатов и направлений. К счастью, это сейчас становится возможным благодаря сказочному прогрессу электронных средств хранения и передачи информации. Создание NASA “Astrophysics Data System” должно быть отнесено к числу самых крупных достижений астрономии конца XX в.

В.Н. ОБРИДКО,

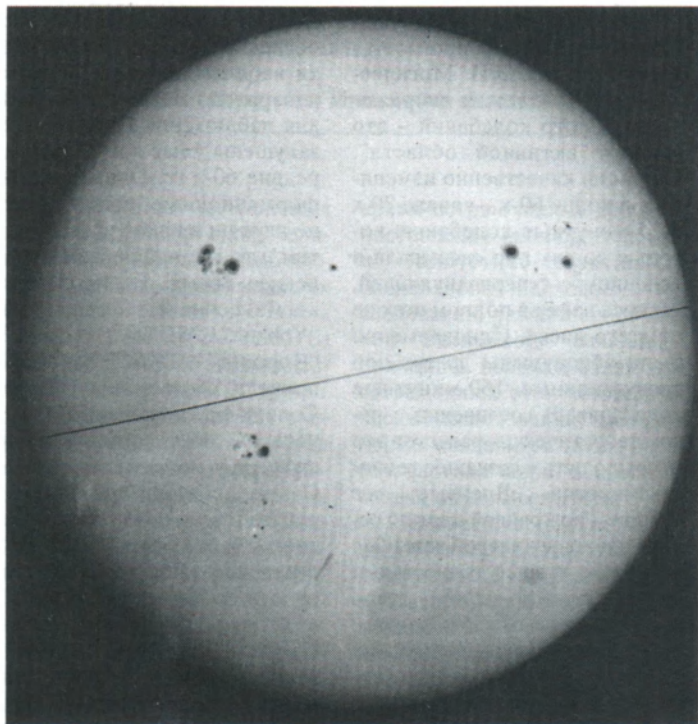
**доктор физико-математических наук
Институт земного магнетизма, ионосферы
и распространения радиоволн (ИЗМИРАН)**



Предложение назвать несколько крупнейших научных событий в физике Солнца за последние 35-40 лет довольно сильно озадачило меня. Поразмыслив, я понял, что назвать 2-3 события совершенно невозможно. И хотя сегодня наше представление о Солнце отличается от того, что было в начале 60-х, больше, чем взрослый человек отличается от новорожденного, тем не менее это скорее результат поступательного развития, чем неожиданный взрыв информации. Можно назвать несколько направлений исследований, которые и привели к столь разительному изменению наших представлений о Солнце. Мне приятно сознавать, что в каж-

дом из этих направлений вклад отечественной науки был весьма значимым.

1. Магнитное поле. Несколько дней назад я прочел в электронном бюллетене "Solar News" слова Ван де Холста: "Магнитные поля в астрономии – это то же, что секс в психологии. Много лет влияние этих огромных сил и там, и там полностью игнорировали, а теперь с их помощью пытаются объяснить все". В этой шутке, конечно, есть доля истины. Некоторое увлечение ролью магнитного поля, несомненно, присутствует в современных исследованиях. Тем не менее нельзя не признать, что именно магнитное поле определяет собой все характерные явления солнечной активности, и без него Солнце было бы огромным безжизненным шаром, почти не меняющимся ни во времени, ни в пространстве. Однако это стало ясно только после того, как в 50-60-х гг. в США и СССР (КраО и ИЗМИРАН, несколько позднее Пулково и СибИЗМИР) были созданы фотоэлектрические магнитографы, в т.ч. и полного вектора, и мы перешли к магнитному картографированию солнечной атмосферы. Если раньше магнитное поле измерялось только в отдельных точках (в пятнах или с помощью длительной статистики на полюсах), то теперь возникло понятие карты магнитного поля, покрывающей всю поверхность Солнца. Это сразу же поставило на прочную экспериментальную основу созданную незадолго до этого космическую магнитную гидродинамику, открыло огромные возможности расчета вверх – вплоть до короны и далее в межпланетное пространство и вглубь – вплоть до конвективной зоны (токи, расчеты нестационарных процессов в активных областях, расчеты и экспериментальная оценка пересоединений, построение МГД-моделей и т.д.). Следующим шагом в этом направлении стало открытие: солнечное магнитное



поле сконцентрировано в тонкие жгуты с напряженностью 1-2 тыс. эрстед, т.е. была обнаружена своеобразная квантовость солнечной магнитоплазмы.

2. Гелиосфера. Мы живем в атмосфере Солнца. Что атмосфера Солнца вытягивается в космос вплоть до Земли и далее, предполагали давно. Теоретические модели этого строились в 50-х гг. в России (С.К. Всехсвятский) и США (Е. Паркер). В начале 60-х гг. экспериментально открыли солнечный ветер и его секторную структуру. В дальнейшем было разработано понятие гелиосферного токового слоя (начало 70-х гг.). Тогда же были открыты протяженные области на Солнце с пониженным излучением в мягком рентгене. Они выглядят как черные дыры на фоне яркого рентгеновского излучения короны и получили название корональных дыр. Почти сразу же были установлены их фундаментальные свойства: связь с высоко-

скоростными потоками солнечного ветра и отсутствие в них дифференциального вращения, которое тогда считалось нормой для всех солнечных объектов. Сейчас ясно, что корональные дыры – это области, где силовые линии крупномасштабного магнитного поля, пронизывая всю толщу короны, уходят непосредственно в межпланетное пространство. Вращение таких областей отражает квазитвердотельное вращение основания конвективной зоны на Солнце. Обнаружено, что в короне наблюдаются иногда тончайшие петли, не расширяющиеся на огромном протяжении. Волоконный характер сохраняется и дальше, в солнечном ветре.

3. Колебания и волны в атмосфере Солнца, становление гелиосейсмологии. О важной роли волн в атмосфере Солнца догадывались давно. Волны привлекались для объяснения нагрева хромосферы и короны, различных нестационар-

ных процессов в активных областях; амплитуда колебаний использовалась как прогностический индекс. Э.И. Могилевскому принадлежит выражение: "Спектр колебаний – это паспорт активной области". Ситуация качественно изменилась в конце 60-х – начале 70-х гг. 5-минутные колебания, которые до сих пор связывали в основном с супергрануляцией, удалось найти в полном потоке от всего диска. Одновременно были обнаружены до сих пор дискуссионные 160-минутные колебания. В соединении с рядом теоретических расчетов это открыло путь к созданию гелиосейсмологии. Впервые все Солнце – по крайней мере до основания конвективной зоны (а с несколько худшей точностью и далее вплоть до ядра) – стало доступно прямым наблюдениям.

4. Две загадки солнечных нейтрино. В начале 70-х гг. начались и продолжают до сих пор измерения потока солнечных нейтрино. Каких-либо сюрпризов здесь не ожидали. Стандартная модель Солнца разработана довольно хорошо, поток предсказали с высокой точностью, и можно только восхищаться научной добросовестностью людей, которые тем не менее поставили этот сложнейший эксперимент. И сразу же обнаружили две загадки, не решенные до сих пор. Во-первых, поток оказался значительно ниже, чем предсказанный, во-вторых, он явно меняется со временем и, как стало ясно позднее, коррелирует с величиной магнитного поля на линии распространения нейтрино от ядра Солнца к Земле. Не имеет смысла вдаваться здесь в тонкости весьма хитроумных попыток решить эти загадки, ясно только, что стандартная модель Солнца здесь ни при чем, она полностью подтверждена гелиосейсмо-

гическими исследованиями.

5. Информационный всплеск последнего десятилетия – успехи наблюдений с космических аппаратов. Первые аппараты для наблюдения Солнца были запущены у нас и в США в середине 60-х гг. Однако их информационные возможности не идут ни в какое сравнение с тем, что мы наблюдаем в последнее время. Великолепные космические аппараты "Yohkoh", "SOHO", "Ulysses", "Коронас", "TRACE", "GOES" привели систему наблюдений Солнца на совершенно новый уровень. Мы теперь видим всю структуру магнитного поля на Солнце, визуализированную в рентгеновских петлях, развитие любых процессов, распространение выбросов вещества вплоть до 25 радиусов, а затем и непосредственно у Земли. "Ulysses" впервые измерил солнечный ветер из полярных областей Солнца. Более того, комплекс этих данных был промоделирован с помощью полной системы МГД-уравнений. Это повысило и достоверность прогнозирования гелиогеофизических возмущений. В целом ряде случаев мы непосредственно видим распространяющееся к Земле возмущение.

6. Новая концепция крупномасштабных полей и природа солнечного цикла. С момента открытия солнечных пятен и на протяжении более чем трех столетий исследования солнечной активности были в основном направлены на изучение локальных полей на Солнце, т.е. объектов с размерами много меньше солнечного радиуса. Для более крупных образований укоренились названия "невозмущенное Солнце", "спокойное Солнце", "фоновые поля", т.е. предполагалось, что за пределами локальных образова-

можно пренебречь. Даже в учебниках астрономии солнечная цикличность до сих пор связывается только с солнечными пятнами и вспышками. Считалось, что крупномасштабные и глобальные поля (включая полярные области) формируются из остатков локальных полей активных областей.

Только в последние годы стало ясно, что Солнце активно всегда и везде: солнечная активность наблюдается в разных формах на всех широтах – от полюса до экватора и во всех характерных пространственных масштабах – от нескольких сотен до многих сотен тысяч километров. Именно глобальные поля формируют поля активных областей, а не наоборот. Солнечная активность не ограничивается относительно короткими периодами максимумов 11-летних циклов, а в разной форме существует всегда; ряд геоэффективных явлений на Земле, вблизи Земли и в гелиосфере, которые ранее считались следствием исключительно процессов в локальных полях, оказались обусловленными в значительной мере процессами в крупномасштабных структурах.

Что же дальше? Планы весьма обширные: и полет космического аппарата к Солнцу, и обсерватория на Луне. Несомненно, будут окончательно решены проблемы нейтрино, выделения энергии в ядре, построена полная количественная модель распространения энергии – от ядра через Солнце и гелиосферу. А затем – создание системы ноосферного мониторинга и предвидения (в духе идей В.И. Вернадского), объединяющей наблюдения и прогноз солнечных, геофизических, экологических и социальных процессов.



Философские проблемы современной астрономии обсуждались на многочисленных симпозиумах, конференциях, семинарах. Этим вопросам посвящено около десятка книг, подготовленных совместно астрономами и философами, они освещались и на страницах журнала “Земля и Вселенная”.

Одно из наиболее принципиальных достижений разработки философских проблем астрономии за последние 35 лет я вижу в том, что был полностью изжит “идеологизированный” подход к оценке знаний о Вселенной. Давно забыты нелепые обвинения в будто бы “идеалистическом” характере теории расширяющейся Вселенной (эта теория по праву считается крупнейшим завоеванием науки) и многих других идей и теорий, на которые был навешен этот ярлык.

Современная астрономия переживает новую эпоху великих открытий, по своим масштабам далеко превосходящих те, которые были в свое время сделаны Галилеем (часто ее называют “второй астрономической революцией”).

Серьезно продвинулся вперед и философский анализ фундаментальных понятий космологии. Понятие пространственной бесконечности Вселенной потеряло свой фетишистский смысл и стало относительным; в релятивистской космологии оно зависит от системы отсчета. Вселенная рассматривается сейчас как “все существующее” с точки зрения данной теории, а не в каком-то абсолютном смысле (скажем, в инфляционной космологии говорят о мини-вселенных – системах масштаба метagalactик и о Метавселенной). Введено понятие бесконечного множества вселенных (“внеметagalactических объектов”). Понятие сингулярности в неклассической космологии, доставлявшее столько неприятностей (в том числе философских!), оказалось лишь приближенным; его сменило в квантовой космологии понятие спонтанной флуктуации вакуума. Это открывает новые перспективы для понимания процесса самоорганизации Вселенной.

При обсуждении методологических проблем астрофизики была показана неубедительность вызывавшего в свое

время острые споры противопоставления наблюдательного и гипотетико-дедуктивного (модельного) подходов к исследованию различных объектов Вселенной. Выявлены принципы, целенаправляющие современный этап астрофизических исследований, идеалы и нормы познания, а также научная картина мира, в которую вписан образ Вселенной.

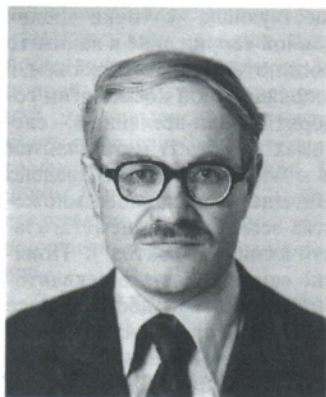
Интересные заключения получены при осмыслении философско-методологических оснований проблемы поиска внеземных цивилизаций (SETI). Проанализированы понятия “жизнь”, “разум”, “космическая цивилизация”, стратегия поиска ВЦ, разработаны методологические принципы обмена смысловой информацией между космическими цивилизациями.

Наконец, представляют несомненный интерес философские исследования антропного принципа (АП), его эвристических потенций. Этот принцип устанавливает нерасторжимую связь человека и Вселенной. В неклассической космологии смысл АП в том, что мы наблюдаем Вселенную такой, какая она есть, поскольку ее свойства и фундаментальные константы сделали возможным появление человека. Квантовая космология в интерпретации АП подчеркивает особую роль наблюдателя в создании картины Вселенной.

Солнечная активность и геофизические процессы

Г.С. ИВАНОВ-ХОЛОДНЫЙ,
доктор физико-математических наук
Институт земного магнетизма, ионосферы
и распространения радиоволн
(г. Троицк)

Под воздействием солнечной активности находятся многие атмосферные и другие геофизические процессы, а также жизнедеятельность человека и функционирование созданных им технологических систем. Физические механизмы этого воздействия изучены недостаточно. Но сделан первый шаг в их познании: нам уже понятны процессы формирования ионосферы. Ракетные и спутниковые исследования по-



следних лет позволили изучить весь комплекс протекающих в верхних слоях атмосферы физических и химических процессов. На этой базе стало возможным построить достаточно полную аэрономическую теорию. Одни общие представления о связи каких-то явлений с солнечной активностью не позволяют формировать конкретные предложения по практическому их использованию.

ДВА ЦИКЛА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Нет строгой периодичности в закономерном изменении различных проявлений солнечной активности, поэтому правильнее говорить о ее цикличности. Хорошо из-

вестны 11-летний и 22-летний циклы появления пятен в приэкваториальной области Солнца. Кроме них обнаружены и другие циклы, с большей и меньшей длительностью.

Надо сказать, что число солнечных пятен – лучший показатель сол-

нечной активности, хотя бы потому, что оно нередко определяется наблюдателями неточно. Надежнее использовать в качестве индекса солнечной активности интенсивность радиоизлучения $F_{10,7}(\lambda = 10,7 \text{ см})$, которая измеряется с погрешно-

стью около 1%. Его удобно применять для изучения более коротких циклов, например, квазидвухлетнего. Такой цикл можно выявить во многих атмосферных процессах. Совместно с В.Е. Чертопрудом мы показали, что квазидвухлетние циклы обнаруживаются синхронно во всех индексах солнечной активности, а также в различных геофизических процессах: в верхней атмосфере, ионосфере и магнитосфере (Земля и Вселенная, 1998, № 2).

Если рассмотреть среднегодовые величины солнечного радиоизлучения и ионизации ионосферы за 1975-94 гг. (примерно 1,5 солнечных цикла), отчетливо видно синхронное изменение обоих параметров. Исследование квазидвухлетней цикличности оказывается даже удобнее, чем 11-летней, поскольку требует гораздо менее длительных рядов наблюдений.

Однако в настоящее время главная задача заключается не в том, чтобы обнаруживать новые примеры влияния солнечной активности на земные процессы. Необходимо найти механизмы воздействия солнечной активности на окружающую среду и атмосферу Земли, на биосферу, а в ряде случаев и на поведение, состояние здоровья и саму жизнь человека с тем, чтобы научиться управлять этим воздействием.

Эта проблема оказалась достаточно сложной, и пока ее удалось решить только для некото-

рых геофизических процессов, происходящих в верхней атмосфере, ионосфере и магнитосфере. Многочисленные эффекты воздействия солнечной активности, обнаруженные в приземном слое атмосферы, в биосфере (хотя они и получили серьезное морфологическое и статистическое обоснование), физического объяснения до сих пор не имеют. Именно поэтому работы А.Л. Чижевского в свое время были встречены неодобрительно (Земля и Вселенная, 1997, № 5). Тогда трудно было согласиться с тем, что солнечная активность может, как утверждал А.Л. Чижевский, оказывать существенное влияние на многие земные явления, включая те, которые в 1918 г. А.Л. Чижевский рассматривал в своей диссертации "О периодичности всемирно-исторического процесса". Обоснование им идеи о связи исторических циклов с солнечными вызвало бурю противоречивых откликов. Несмотря на это, в 1930 г. вышла в свет книга А.Л. Чижевского "Эпидемические катастрофы и периодическая деятельность Солнца". В 1936 г. появился ее расширенный вариант – "Земное эхо солнечных бурь", включивший обширный материал о связи с солнечными циклами различных явлений в атмосфере и биосфере, а также заболеваний, эпидемий, смертности и многих других явлений. В 1976 г. вышло второе издание книги. К этому вре-

мени труды нашего выдающегося соотечественника были оценены по достоинству.

ФЕНОМЕН АКТИВНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ СОЛНЦА

Когда А.Л. Чижевский работал над созданием гелиобиологии, практически ничего не было известно об активных излучениях Солнца, воздействие которых особенно существенно. Он условно назвал их "z-излучением". Гипотеза встретила в свое время главные возражения оппонентов Чижевского, объявивших его "энтузиастом лженауки". Между тем, спустя десятилетия, после проведения исследований на геофизических ракетах, а потом и на спутниках, были непосредственно измерены два основных типа активных солнечных излучений.

Первый тип – коротковолновое излучение (ультрафиолетовое и рентгеновское), способное производить ионизацию и диссоциацию молекул земной атмосферы.

Самые первые результаты измерений ультрафиолетового и особенно рентгеновского излучения Солнца произвели ошеломляющее впечатление. До этого многие считали, что для формирования ионосферы достаточно ультрафиолетового излучения. А ведь еще в 40-50-х гг. И.С. Шкловский построил теорию горячей солнечной короны, согласно которой корона при температуре около 10^6 К излучает и в

рентгеновской области спектра, что и подтвердилось при ракетных исследованиях.

Второй тип активных излучений – солнечный ветер и корпускулярные потоки с их магнитными полями. При взаимодействии этих излучений с магнитосферой Земли рождаются геомагнитные возмущения и бури.

Вблизи орбиты Земли поток электронов (около 10^8 протонов/см² с) несет энергию около 0,2 эрг/см² с. Это на 1-1,5 порядка величины меньше потока энергии активного ультрафиолетового излучения. Однако солнечный ветер взаимодействует не с атмосферой, а с вдвое большей по площади магнитосферой. В результате эффективность воздействия на геофизические процессы у обоих типов активного излучения Солнца сопоставима.

По данным измерений на ракетах, интенсивность ультрафиолетового и рентгеновского излучения оказалась выше ожидавшейся. Поэтому ранее принятые константы ионосферных процессов пришлось увеличить на порядок. В спектре излучения выделялись линии, принадлежащие ионам с высокими потенциалами ионизации; они соответствовали спектру температур – от корональных до хромосферных. Значит, основной поток УФ-излучения исходит из переходной области атмосферы Солнца. Этого прежде никто не предполагал. Между тем, в монографии Г.С. Иванова-Холодного и

Г.М. Никольского “Солнце и ионосфера” (1969 г.) содержится расчет всего спектра для высокого и низкого уровней солнечной активности. При переходе от минимума к максимуму солнечного цикла полная энергия потока ионизирующего излучения возрастает примерно в 3 раза – от 2,6 до 8 эрг/см² с.

В результате прямых ракетных измерений активных излучений Солнца получен материал для построения моделей физических механизмов воздействия солнечной активности на геофизические процессы. Не случайно Международный симпозиум в Ленинграде в мае 1970 г. официально переименовал направление исследований из STR (солнечно-земные связи) в STP (солнечно-земная физика).

Была разработана международная программа теоретических и экспериментальных исследований. На их основе можно будет построить стандартный спектр электромагнитного излучения и модель изменения его интенсивности во времени в связи с вариациями солнечной активности. В США для того, чтобы обеспечить непрерывность данных наблюдений, запущено несколько серий патрульных искусственных спутников Земли (“OSO”, “Atmospheric Explorer”, “SOLRAD” и др.). Весьма непросто было провести патрульные стабильные измерения из-за “старения” аппаратуры и калибровочных

устройств этих спутников под действием облучения высоким радиационным фоном в космосе. Недавно были запущены новые патрульные ИСЗ: “YONKON” (Япония), “SOHO” (США, Европа), “КОРОНАС” (Россия). Продолжая измерения потоков излучения, эти спутники стали регулярно получать также изображения Солнца в рентгеновских и ультрафиолетовых лучах.

В соответствии с российским комплексным проектом “Коронас” в рамках Федеральной космической программы России запускаются три специализированных спутника: “Коронас-И”, “Коронас-Ф” и “Фотон”. Первый спутник начал свое движение по околоземной орбите 2 марта 1994 г. “Коронас-Ф” намечено вывести на орбиту в течение 1999-2000 гг. Научные задачи проекта – комплексные исследования мощных динамических процессов на Солнце (солнечные вспышки, радиовсплески, выбросы плазмы, активные области, корональные дыры, процессы развития активных явлений) в широком диапазоне электромагнитных волн – от γ -лучей до радиоизлучения. Предполагается также изучать солнечные космические лучи, их распространение в межпланетном пространстве и воздействие на магнитосферу Земли.

Разносторонние исследования на космических аппаратах ранее проводили для получения непрерывной инфор-

мации о солнечном ветре (Земля и Вселенная, 1997, № 6).

КАК ФОРМИРУЕТСЯ ИОНОСФЕРА

Благодаря ракетным измерениям ультрафиолетового и рентгеновского излучения Солнца стало возможным в ионосферной физике перейти от общих морфологических исследований влияния солнечной активности (и поиска корреляций с числами пятен W и иными индексами солнечной активности) к конкретным расчетам эффектов ионизации в верхней атмосфере.

О том, что существует проводящая ионизованная часть верхней атмосферы, высказывались предположения еще в конце прошлого и начале XX столетия. Но прямое доказательство постоянного присутствия ионосферы как слоя верхней атмосферы получено в 1925 г., когда Эплтон и Барнет открыли при вертикальном излучении отражение от нее радиоволн. В дальнейшем на этом принципе был разработан метод радиозондирования ионосферы с поверхности Земли. Систематическое зондирование ионосферы помогло обнаружить зависимость электронной концентрации от солнечной активности; установлено также, что в течение дня она изменяется примерно по "закону косинуса", т.е. пропорционально косинусу зенитного расстояния Солнца ($\cos Z$).

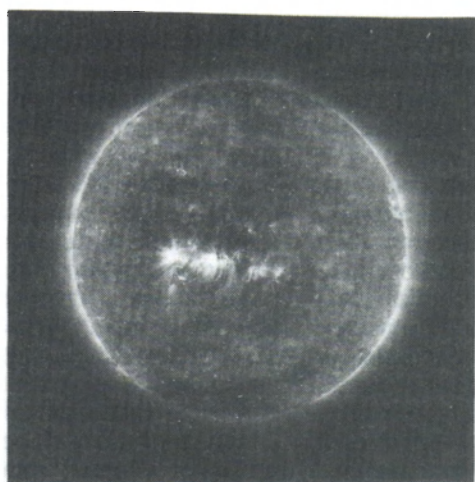
Спустя пять лет, в 1930 г., один из выдающихся геофизиков XX в. Сидней Чепмен предложил знаменитую гипотезу "простого слоя" как основы теории образования ионосферы. Он рассматривал монохроматическое излучение и рассчитал, что при поглощении в верхней атмосфере солнечного ультрафиолетового излучения образуется ограниченный по высоте слой ионизации. Это была смелая гипотеза. Ведь в то время существовали только самые общие теоретические представления о таких важных исходных данных, как спектр и интенсивность ионизирующего излучения Солнца, распределение по высоте молекул и атомов в верхней атмосфере, а также константы основных аэрономических процессов. Каждый акт ионизации уравнивается актом рекомбинации образующихся ионов с зарядами противоположного знака. Стало ясно, что электронная концентрация в верхней атмосфере определяется потоком солнечного ионизирующего излучения.

Так были объяснены наблюдаемые изменения электронной концентрации в зависимости от солнечной активности в связи с изменением потока ионизирующего излучения и колебаниями в течение дня и за год величины солнечного облучения (по "закону косинуса"). А для объяснения других эффектов теории требовалось уточнять и развивать. В частности,

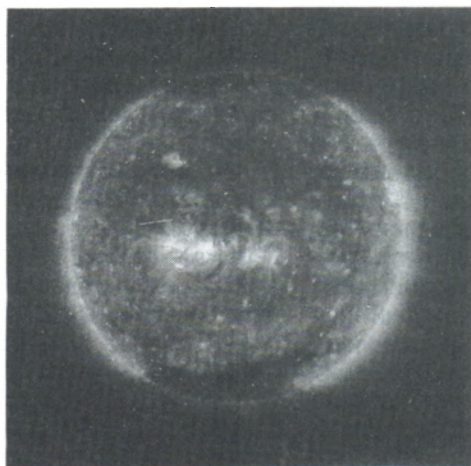
чтобы понять, как в ионосфере образуются три основных слоя (максимальная их высота: E – на 100 км, F1 – на 180 км, F2 – в области 220-320 км), необходимо предположить, что в их формировании участвуют разного рода частицы атмосферы, например, молекулы или атомы кислорода и азота.

В ходе космических исследований почти все положения теории, оказавшиеся слишком упрощенными или неточными, пришлось уточнять и пересматривать. Прежде всего, ракетные измерения показали, что не существует отдельных трех слоев, а электронная концентрация более или менее плавно изменяется между тремя основными максимумами. Поэтому точнее говорить не о слоях, а областях ионосферы E, F1 и F2.

По данным измерений на ракетах ионизирующее излучение Солнца совершенно не похоже на монохроматическое, а простирается от предполагавшейся ранее границы в области спектра около 1000 Å до нескольких ангстрем (мягкое и жесткое рентгеновское излучение) и содержит сотни линий излучения и полос. Поэтому речь должна идти не об отдельных трех слоях ионизации, а о непрерывном перекрытии сотни слоев. На общем фоне электронной концентрации на некоторых высотах образуются и максимумы. При радиозондировании ионосферы именно эти максимумы и регистрируются.



Fe IX,X 171 Å



Fe XII 195 Å

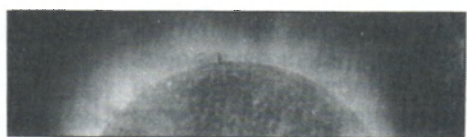
А



Fe IX,X



Fe XII



Fe XV



He II

Б

А – изображение Солнца в спектральной линии с длиной волны 171 и 195 Å. Это излучение ионизованного атома железа Fe, которое позволяет обнаружить распределение яркости короны вдоль лимба, а также активные области на диске Солнца. ИСЗ "SOHO", 22 августа 1996 г. **Б** – часть диска Солнца в лучах различных ионов, как корональных (ионы Fe IX, X, Fe XII, Fe XV), так и хромосферных (ион He II). Сопоставление этих изображений позволяет отделять друг от друга области различной температуры. В верхней части лимба в свечении хромосферной линии виден холодный протуберанец, который не обнаруживается в лучах корональных ионов Fe IX-XV (римскими цифрами обозначена кратность ионизации)

В ракетных измерениях были получены новые данные о плотности и молекулярном составе атмосферы, о таких физических процессах в ионосфере, как рекомбинация и ионизация, была пере-

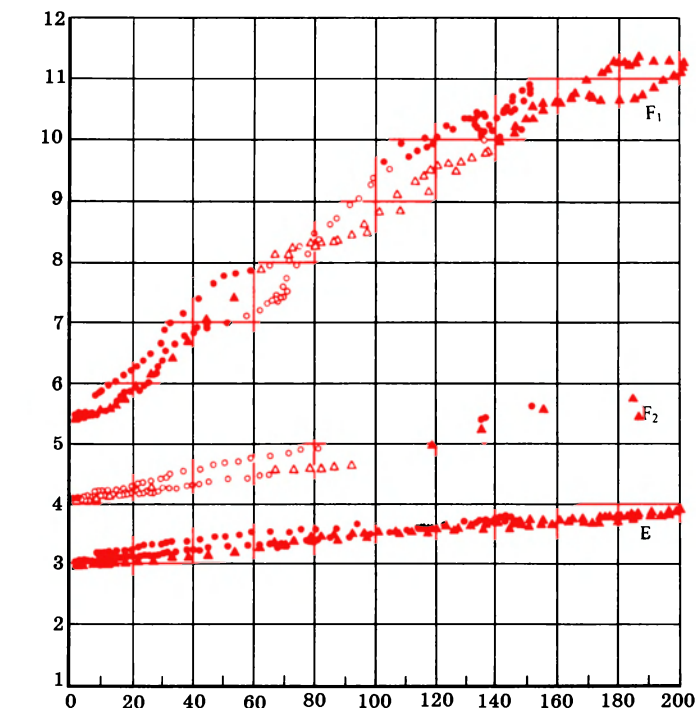
смотрена их роль и значение. Уточнена упрощенная "теория простого слоя" С. Чепмена. Несмотря на это все же первоначальная идея о том, что в образовании максимума области Е доминирующую

роль играет именно ионизация молекул кислорода O₂, оказалась правильной. Кроме того, ионизация в слое Е обусловлена хотя и не монохроматическим излучением, но в основном парой близких по

Изменение ионосферных параметров солнечной активности по наблюдениям в 1944-61 гг. на ионосферной станции Бельвуар (США). Критическая частота трех ионосферных слоев (E, F1 и F2) растет в зависимости от величины солнечной активности. Использованы двенадцатимесячные скользящие средние значения за 1944-55 гг. и 1956-61 гг. С увеличением высоты ионосферного слоя амплитуда эффекта заметно возрастает

длине волны ультрафиолетовых линий излучения. Благодаря этому поведение слоя E более других областей ионосферы сохраняет особенности, свойственные "простому слою", и, в частности, для нее справедлив "закон косинуса".

Давно было известно, что на процесс ионизации ионосферы влияет солнечная активность. Но только теперь, после создания современной аэрономической теории, удалось объяснить многие аспекты поведения ионизации ионосферы на разных высотах. Можно на количественной основе рассчитать, какова степень этого влияния в различных слоях ионосферы. При этом важно учитывать две основные причины. Первая из них связана с изменением поглощательной способности разных частей спектра ионизирующего ультрафиолетового излучения. В результате ионизация в слоях F1 и F2 обусловлена менее проникающей (мягкой) частью спектра солнечного УФ, несущего основную энергию. А в ниж-



ней ионосфере, в слое E, ионизацию вызывает в основном более жесткое излучение (в линиях 977 и 1026 Å), которое в течение солнечного цикла изменяется в меньшей степени, чем мягкая часть спектра УФ.

Другая причина состоит в том, что с высотой величина геофизического эффекта вариаций плотности и молекулярного состава атмосферы меняется с изменением солнечной активности. Благодаря этому при переходе от максимума к минимуму солнечного цикла эффект ионизации, характеризующийся квадратом электронной концентрации, в областях E и F1 из-

меняется в соответствии с изменением потока, создающего эти слои потока ионизирующего излучения. В то же время в области F2 с усилением солнечной активности возрастание электронной концентрации вызвано не только увеличением потока излучения, но и изменением плотности и состава атмосферы. Теория образования области F2 должна принципиально отличаться от областей E и F1. Это различие вызывается наложением геофизического эффекта на процесс ионизации в слое F2.

Значительный рост ионизации в слое F2 обусловлен тем, что с увеличением уровня солнечной

активности на высоте около 300 км заметно возрастают плотность и температура атмосферы. А это вызывает дополнительное увеличение электронной концентрации, которая обычно оценивается той частотой радиозондирования (критической), при которой прекращается отражение радиоволн от ионосферы. Это приводит также и к увеличению высоты слоя.

Природа физического механизма воздействия солнечной активности на биосферу до сих пор остается не раскрытой, по-

скольку попадающее в нижнюю атмосферу видимое излучение, как и полный поток солнечного излучения, изменяется всего лишь на доли процента. Известно, что та часть излучения Солнца, которая способна существенно влиять на геофизические процессы, поглощается в верхней атмосфере Земли и не доходит до ее поверхности, но эффект за счет процессов турбулентной диффузии передается в нижнюю атмосферу.

Используя драгоценный опыт космических ис-

следований, особенно важные данные об активных излучениях Солнца, можно совершить прорыв в понимании физического механизма воздействия солнечной активности и на другие земные явления и процессы. Такая задача становится все более актуальной, поскольку со временем возрастает частота технических аварий с вредными экологическими последствиями. А это связано с резкими изменениями солнечной активности.

Информация

Карта Антарктиды на основе радарной съемки

Впервые построить карту всей Антарктиды пытались еще в 80-х гг. Однако использовавшиеся тогда космические датчики не могли передавать информацию в темное время суток, в полярную ночь, а также при плотном облачном покрове.

К началу 1999 г. карта Антарктиды была составлена на основе "моментального сним-

ка" ледового континента, для получения которого использовали радиолокатор с синтетической аппаратурой ("SAR"), установленный на борту канадского искусственного спутника Земли "RADAR SAT-1".

Съемку проводили в сентябре-октябре 1997 г. Орбита спутника пролегла на высоте всего 800 км. За трехнедельный период съемки, продолжавшейся фактически в течение 37 ч, было получено 5500 отдельных изображений, каждое из которых охватывало площадь 100 км².

В настоящее время в околоземном пространстве находится пять ИСЗ с радиолокаторами, ориентированными на район Северного полюса. Орбита

одного из них – "RADAR SAT-1" – изменена на антарктическую. При этом в "поле зрения" спутника вошел не только континент, но и омывающие его воды с плавающими льдами и айсбергами.

После рассекречивания космических снимков Антарктиды начала 60-х гг. Национальным картографическим управлением США появилась возможность сопоставить ледовую обстановку в динамике за три десятилетия.

В этой работе участвовали коллективы ряда институтов и лабораторий NASA.

Geophysical Institute
Quarterly, 1998, 15, 3

Шкала расстояний во Вселенной

А.К. ДАМБИС,
кандидат физико-математических наук
А.С. РАСТОРГУЕВ,
доктор физико-математических наук
Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга



Определение расстояний до астрономических объектов – важнейшая часть фундамента, на котором покоится здание наших представлений о Вселенной. Оттого, как далеко от нас

находятся галактики, скопления и близкие звезды, зависят не только наши представления о размерах космических объектов, но и оценки их масс и возрастов и даже возраста Вселенной. Способы измерения разные в зависимости от расстояний до астрономических объектов, но они формируют взаимосвязанную последовательность. Тем не менее проблема согласования шкал расстояний до объектов разных типов остается трудной. Важный вклад внесли результаты высокоточных измерений параллаксов более 100 тыс. звезд в рамках космического проекта HIPPARCOS. Совокупность



данных говорит в пользу “короткой” шкалы расстояний. В связи с этим давнее противоречие между выводами космологии и теории звездной эволюции только обостряется.

ЧТО ТАКОЕ “ШКАЛА
РАССТОЯНИЙ”?

Положение Солнечной системы в Галактике,

размеры галактик, расстояния до них – это те важные вопросы, на которые астрономы пытаются получить ответ на протя-

жении многих десятилетий. Комплекс этих задач обычно объединяют термином “проблема шкалы расстояний”. Умение

надежно определять расстояния в мире космических объектов необходимо уже в силу того, что их знание позволяет построить модель строения Галактики, скоплений галактик и даже структуры обозримой части Вселенной. Очевидно, от принятой шкалы расстояний зависят также оценки масс звездных систем, поскольку масса и линейный размер однозначно связаны со скоростью вращения галактики или со скоростями звезд, населяющих звездное скопление (это соотношение определяется формулой

$$v^2 \propto k \frac{G \times M}{R}, \quad \text{где } G - \text{гравитационная постоянная,}$$

M – масса звездной системы, а k – постоянный коэффициент порядка 1, зависящий от геометрии распределения масс в системе). Не все, однако, догадываются, что проблема шкалы расстояний на самом деле гораздо более общая и непосредственно затрагивает **фундаментальные космологические параметры**. Это – величина постоянной Хаббла H (характеризует скорость расширения Вселенной и служит коэффициентом пропорциональности между скоростью удаления далеких галактик и расстоянием, $V \approx H \times R$, где R – расстояние), возраст Вселенной и возраст представителей старого населения галактик, в первую очередь

шаровых звездных скоплений. Может показаться удивительным, но, несмотря на большой прогресс астрономических исследований, до сих пор неизвестна с достаточной точностью **шкала расстояний во Вселенной**.

Разумеется, представления о “достаточной точности” во все времена были свои. Они определялись масштабом решаемых задач. Так, более 400 лет назад, Николай Коперник пришел к выводу, что звезды расположены по крайней мере в 1000 раз дальше от Земли, чем Солнце. Теперь-то мы знаем, что он ошибся в своих оценках по крайней мере в 200 раз. Но это была одна из первых смелых попыток соотнести межзвездные расстояния с привычными земными масштабами. Гораздо позднее, в первой трети XX в., астрономам достаточно было научиться определять внегалактические расстояния с точностью до порядка величины, чтобы доказать, что так называемые “спиральные туманности” представляют собой такие же галактики, как наша. Межзвездные расстояния в ближайших окрестностях Солнца, вплоть до расстояний порядка 10-20 пк, в то время были уже хорошо известны. Нетрудно понять, что адекватное понимание как строения нашей Галактики, так и обозримой части Вселенной возможно лишь в том случае, если мы суме-

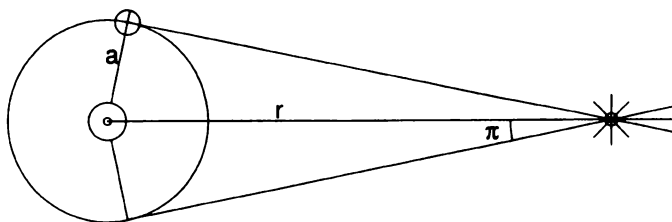
ем правильно продолжить шкалу межзвездных расстояний на межгалактические масштабы, т.е. найдем ту “линейку”, с помощью которой можно равным образом надежно измерять расстояния до звезд и других галактик.

Проблема кажется тривиальной только на первый взгляд. Ей посвящено множество статей и обзоров в специальной астрономической литературе, она затрагивается практически на каждом коллоквиуме или симпозиуме Международного астрономического союза, посвященном вопросам галактической или внегалактической астрономии. Все это доказывает ее непреходящую актуальность на протяжении последних десятилетий.

В начале 80-х гг. в связи с подготовкой космического проекта HIPPARCOS¹, одной из главных целей которого было высокоточное измерение расстояний до звезд, многие астрономы наделись, что результаты, полученные в ходе выполнения проекта, позволят окончательно решить проблему шкалы расстояний. В июне 1997 г. результаты этого впечатляющего космического эксперимента, и в первую очередь каталог расстояний до 118000 звезд, стали достоянием широких астрономических кругов. Сразу же стало ясно, что проект все же не смог окончательно “закрыть”

¹ Название HIPPARCOS (High Precision PARallax COLlecting Satellite) вольно переводится как “спутник, предназначенный для измерения высокоточных параллаксов”. В течение 30 месяцев работы на орбите в 1991-93 гг. с его помощью измерены параллаксы и собственные движения большого числа звезд.

Годичный параллакс звезды – угол π , под которым со звезды видна большая полуось земной орбиты a . В результате обращения Земли по орбите вокруг Солнца положение звезды на небесной сфере за полгода смещается на угол 2π



проблему шкалы расстояний. Давайте внимательно рассмотрим, что лежит в основе современной астрономической шкалы расстояний и в чем состоит сама проблема.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЙ ДО ЗВЕЗД И РАССЕЯННЫХ ЗВЕЗДНЫХ СКОПЛЕНИЙ

Методы определения расстояний до звезд делятся на две основные группы: **геометрические** и **фотометрические**. К числу геометрических методов относится непосредственное измерение **тригонометрического** (или годового) **параллакса**, т.е. параллактического смещения звезды на небесной сфере, обусловленного орбитальным движением Земли вокруг Солнца. Классическими фотографическими методами параллакс (обозначаемый греческой буквой π и измеряемый в угловых секундах) определяется со средней точностью порядка $0.02-0.05''$. Это означает, что лишь для ближайших звезд (в пределах 20-30 пк) расстояния известны с точностью не хуже 50%. Космический аппарат

HIPPARCOS расширил эту сферу примерно до 300-500 пк. Для практических целей (исследование строения Галактики, например) требуется значительно более высокая точность – не хуже 5-10%. Поэтому прямое измерение межзвездных расстояний возможно лишь в небольшой, по галактическим меркам, окрестности Солнца. Для того чтобы изучать строение Галактики и, тем более, мир галактик, мы должны уметь переносить локальную шкалу расстояний на галактические масштабы.

Для этой цели используется информация о светимостях звезд. Зная светимость (или абсолютную звездную величину²), видимый блеск и величину поглощения света (для последнего обычно достаточно определить видимый блеск звезды с помощью фотометрии в трех цветовых полосах), можно рассчитать расстояние до звезды по простой формуле

$$m - M = 5 \lg R - 5 + A,$$

где A – поглощение света, а расстояние R измеряется в парсеках. Разность видимой и абсолютной величин ($m - M$) принято

называть **модулем расстояния**. Абсолютную величину для многих типов звезд определяют по известным параллаксам подобных звезд, населяющим солнечную окрестность. Очевидно, это один из возможных способов установления шкалы расстояний. Найденные по этой формуле расстояния (или параллаксы) часто называют **фотометрическими**, чтобы подчеркнуть метод их измерения.

Однако среди звезд солнечной окрестности с параллаксами, измеряемыми тригонометрическим методом, подавляющее большинство составляют звезды-карлики, т.е. звезды, находящиеся на той же стадии эволюции, что и Солнце. Они принадлежат к числу сравнительно слабых звезд Галактики. Это обстоятельство сильно затрудняет или даже делает невозможным наблюдение подобных им объектов в далеких галактиках и их использование в качестве индикаторов расстояния. Звезд – красных гигантов, которые в 100 раз ярче Солнца, в ближайшей окрестности довольно мало. И уж сов-

² Под абсолютной звездной величиной (часто обозначаемой буквой M в отличие от видимой величины m) понимают звездную величину, которую имела бы звезда, располагаясь от нас на расстоянии 10 пк. Абсолютная звездная величина позволяет вычислить энерговыделение звезды, т.е. ее светимость по сравнению с Солнцем.

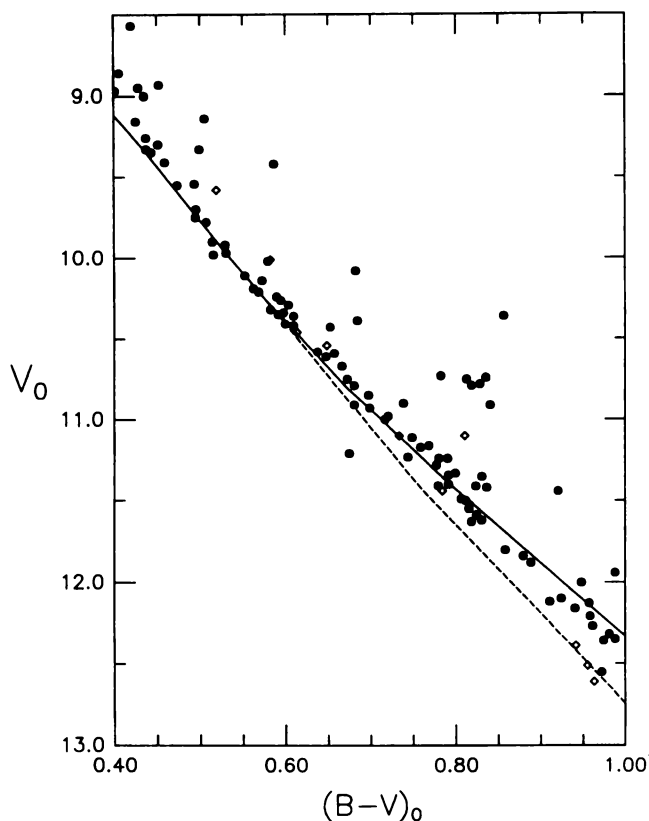


Диаграмма "цвет-видимая звездная величина" для близкого скопления Плеяды. По вертикальной оси отложены видимые звездные величины в желто-зеленой области спектра (цветовая полоса V), по горизонтальной – разности измеренных звездных величин в синей и желто-зеленой цветовых полосах. (Рисунок взят из статьи D.R. Soderblom, J.R. King, *Astrophysical Journal*, V. 504, pp. 192-198, 1998)

сем единицы – еще более ярких звезд. Речь идет о самых молодых и горячих звездах и о сверхгигантах, превосходящих Солнце по светимости в тысячи и десятки тысяч раз. Малое их число – следствие общей тенденции резкого падения числа ярких звезд с ростом светимости.

Для определения светимостей более ярких звезд используют рассеянные звездные скопления³. На диаграмме "цвет⁴ – види-

мая звездная величина" для типичного рассеянного скопления Плеяды, близкого и видимого даже невооруженным глазом на осеннем и зимнем небе, хорошо выделяется **главная последовательность** звезд, источником энерговыделения которых служат реакции ядерного "горения" водорода. Поскольку размеры большинства скоплений сравнительно невелики, по сравнению с расстоянием до них, то расстоя-

ние (а следовательно, и модуль расстояния) для всех членов скопления практически одинаково. Его можно определить сравнением видимой величины звезд скопления с абсолютной величиной подобных звезд другого скопления, расстояние до которого уже определено независимым методом. Из-за большого числа звезд в скоплении расстояние оценивается с высокой точностью.

Стандартной "линейкой" для измерения расстояний до скоплений служит известное скопление *Гиady* (вблизи Альдебарана, ярчайшей звезды созвездия Тельца). Расстояние до него можно определить независимым способом с использованием другого геометрического метода – метода **группового, или статистического, параллакса**. Суть метода в следующем. Гиady – близкое

³ Рассеянные звездные скопления – гравитационно устойчивые группы звезд диаметром до 30 пк, населяющие диск Галактики. Звезды одного скопления имеют одинаковый возраст и химический состав, их объединяет общность происхождения из одного газового облака. Возрасты рассеянных скоплений заключены в широком интервале от 1 млн до 5–10 млрд лет. Чем моложе скопление, тем более яркие и горячие звезды в нем присутствуют. В Галактике открыто более 1500 рассеянных скоплений, а общее их число оценивается в 20–30 тыс.

⁴ Цвет звезды однозначно связан со спектральным классом и определяется как разность двух звездных величин, измеренных в двух полосах (например, желтой и синей) видимого спектра.

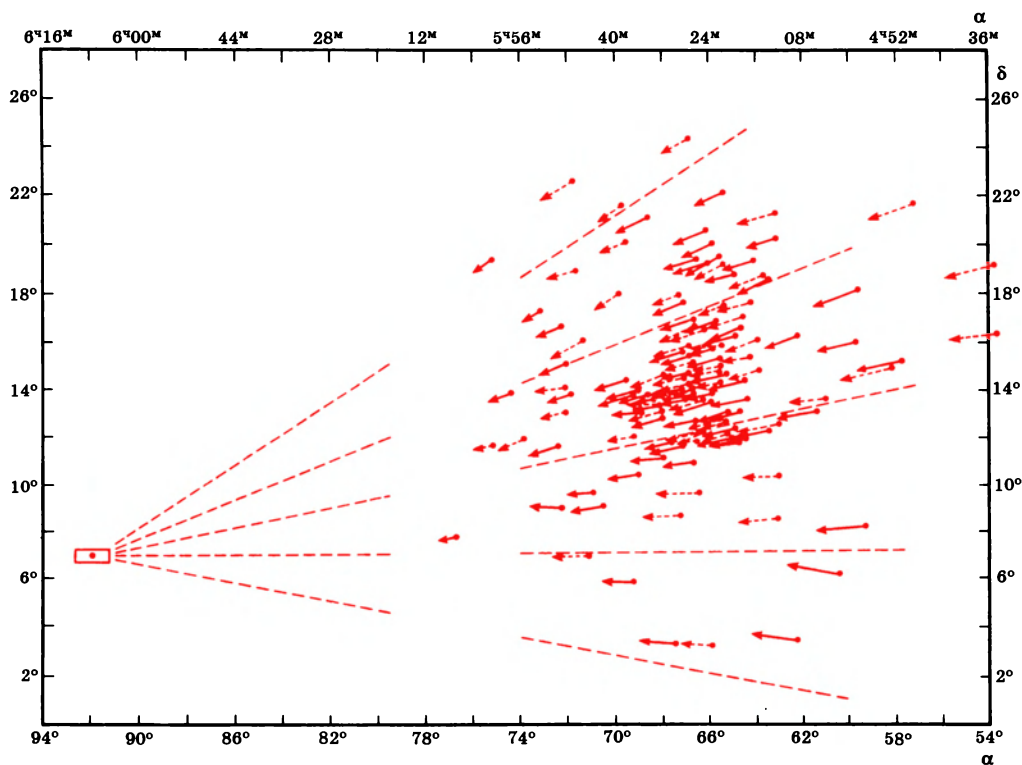
скопления, имеющее заметную скорость движения относительно Солнца. По закону перспективы все входящие в него звезды смещаются по большим кругам небесной сферы, пересекающимся в одной точке, называемой **радиантом скопления**. Положение радианта легко определяется по собственным движениям звезд, а скорость скопления – по лучевым скоростям (измеряемым на ос-

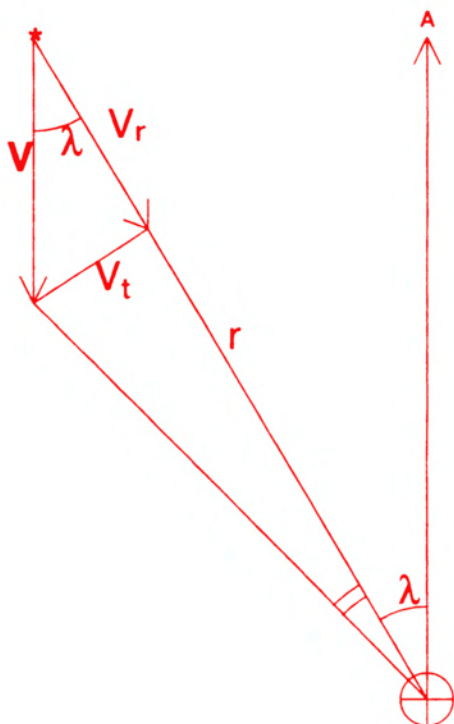
новании эффекта Доплера). Принцип измерения группового параллакса состоит в следующем. Возьмем одну из звезд скопления, находящуюся на расстоянии r от нас (оно выражено в пк). Пусть λ – угол между направлением на звезду и на “антирадиант” скопления, $\vec{V}$ – вектор относительной скорости скопления, V_r и V_t – соответственно лучевая и тангенциальная скорость (в км/с), а μ – собственное движение звезд. Нетрудно понять, что все эти величины связаны между собой формулой $4,738\mu r = V_r \operatorname{tg} \lambda$. По этой формуле можно рассчитать расстояние **до каждой звезды** движущегося

скопления и, следовательно, среднее для всего скопления. Найденное таким методом расстояние до Гиад оказалось равным 45 ± 1 пк, что недавно было подтверждено результатами прямых измерений тригонометрических параллаксов со спутника HIPPARCOS.

Долгое время шкала расстояний рассеянных скоплений фактически опиралась на единственное скопление – Гиады. Однако еще в 1964 г. директор Специальной астрофизической обсерватории И.М. Копылов обратил внимание на явно завышенные светимости наиболее горячих голубых звезд в принятых тогда вариантах главной по-

Близкое скопление Гиады на звездной карте (по горизонтальной оси – прямое восхождение, по вертикальной – склонение). Стрелками показаны собственные движения звезд. Они сходятся практически в одной точке неба – радианте





Принцип измерения группового параллакса скопления, движущегося на расстоянии r . Здесь λ – угол между направлением на звезду и на “антирадиант” скопления A , V – вектор относительной скорости скопления, V_r и V_t – лучевая и тангенциальная скорости

следовательности и предложил свой вариант главной последовательности, не опирающийся на Гиад и приводящий к более короткой шкале расстояний. В 1975 г. Д.Л. Кроуфорд по измеренным тригонометрическим параллаксам ближайших звезд спектрального класса F (они немного горячее и ярче Солнца) независимо от Гиад образом определил положение главной последовательности на диаграмме “цвет-величина” (при этом цвет определялся в тогда еще новой фотометрической системе, предложенной Стрёмгренем). Эта диаграмма была впоследствии применена для определения расстояния до другого близкого скопления – Плеяд: около 128 пк. Оказалось, что оцен-

ки расстояний до большинства рассеянных скоплений получились примерно на 15% короче тех, в основе которых лежало расстояние до Гиад. Близость Плеяд была недавно подтверждена результатами наблюдений HIPPARCOS: согласно высокоточным измерениям тригонометрических параллаксов членов этого скопления расстояние до Плеяд оказалось даже еще короче – около 120 пк. На нежелательность использования Гиад в качестве эталона расстояний до рассеянных скоплений еще в 1971 г. указали Ю.Н. Ефремов и И.М. Копылов, которые обратили внимание на нетипичность этого скопления, звезды которого в 1,5–2 раза богаче тяжелыми элементами (к ним

астрономы относят всю таблицу Менделеева за исключением двух самых легких и распространенных элементов – водорода и гелия), чем звезды в большинстве скоплений в окрестностях Солнца. Дело в том, что большое число линий тяжелых элементов (астрономы часто называют их металлами) в спектре звезды концентрируется в голубой части спектра и тем самым делает цвет звезды более красным, чем при отсутствии металлов. При этом видимая светимость звезды остается почти неизменной, и в результате более красным звездам приписываются светимости их более голубых сородичей, которые горячее и ярче. Учет этого эффекта позволяет устранить упомянутое выше противоречие в пользу более короткой “Плеядной” шкалы расстояний (содержание металлов в Плеядах примерно такое же, как у большинства скоплений вблизи Солнца).

Опираясь на расстояния до рассеянных скоплений, можно сделать еще один важный шаг по пути создания астрономической шкалы расстояний.

Так, в нескольких молодых рассеянных скоплениях встречаются **цефеиды** – пульсирующие

переменные звезды-сверхгиганты спектральных классов F – G, обладающие громадной светимостью и практически стабильными радиальными пульсациями оболочки. Они играют важнейшую роль в изучении галактик (Земля и Вселенная, 1973, № 2). В нашей Галактике открыто более 1000 звезд этого типа, имеющих периоды изменения блеска от 2 до 68 суток с амплитудой, достигающей 1,5^m. Из-за их высокой светимости цефеиды видны даже в далеких спиральных галактиках (на расстояниях свыше 10 Мпк), а регулярные и сильные изменения блеска позволяют легко отличить эти звезды от других. Что же делает цефеиды столь интересными объектами? Дело в

том, что у цефеид имеется четкая зависимость между периодом пульсаций и средней абсолютной величиной (или средней по периоду пульсаций светимостью), имеющая вид (для желтого участка спектра) $M_{\text{ср}} \approx -1,0^m - 2,9^m \lg P$, где P – выраженный в сутках период изменения блеска. Параметры зависимости “период – светимость” определены всего лишь по 9 цефеидам – членам молодых рассеянных скоплений, и они мало чувствительны к содержанию металлов. Поскольку цефеиды и другие молодые объекты тесно связаны с областями текущего звездообразования, то анализ их распределения в Галактике позволяет распознать строение ее спирального узора,

наиболее четко намечаемого самыми молодыми объектами высокой светимости. Разумеется, с помощью этой зависимости можно оценивать фотометрические расстояния до других галактик, содержащих цефеиды, причем Космический телескоп им. Хаббла (исследование цефеид в далеких галактиках является одним из ключевых элементов его научной программы) позволяет делать это на расстояниях до десяти миллионов парсек и более! Это и есть **шкала расстояний**, которую мы хотели построить. Итак, резюмируя рассказанное, изобразим логическую цепочку связей, на которую в конечном счете опирается принимаемая астрономами шкала расстояний.

Расстояние до Гиад (метод группового параллакса) + поправка за высокую металличность скопления и расстояние до Плеяд



фотометрические расстояния до молодых рассеянных скоплений, содержащих 9 цефеид (вычисленные через модуль расстояний)



параметры зависимости “период-светимость” для цефеид



фотометрические расстояния до галактик, содержащих цефеиды

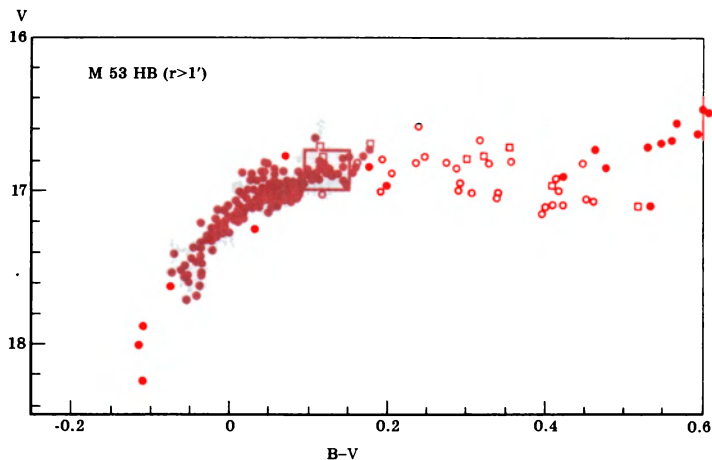
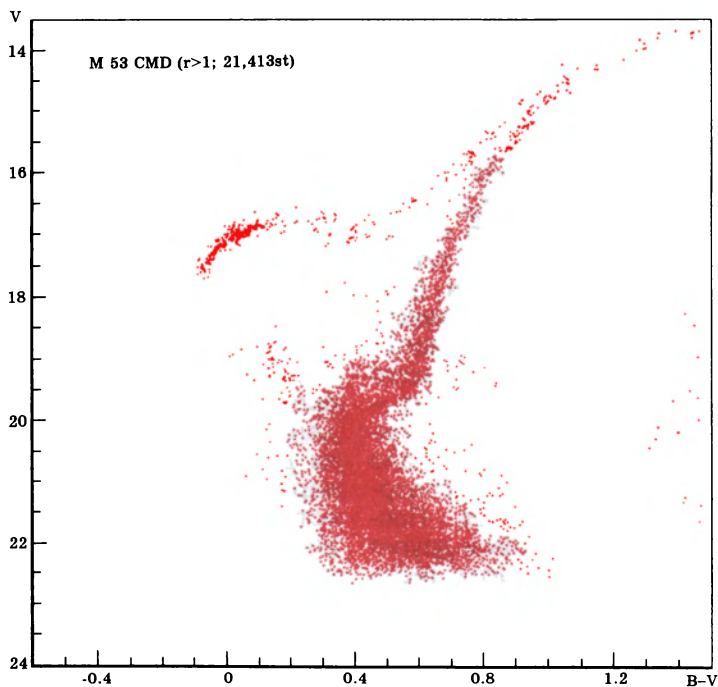
Как и при любых исследованиях, результат подвержен влиянию всех возможных источников ошибок, как случайных, так и систематических, а в данном случае, вследствие сложной структуры цепочки связей, полученная шкала расстояний может оказаться сильно искаженной.

Ожидалось, что высокоточные измерения тригонометрических параллаксов на спутнике HIPPARCOS позволят окончательно установить все детали

упомянутой цепочки, получив тем самым стройную и внутренне согласованную шкалу расстояний молодых объектов и опирающуюся на нее внегалактическую шкалу расстояний. Однако уже первые результаты оказались весьма противоречивыми. Так, в 1997 г. М. Фист и Р. Кэчпол, проанализировав тригонометрические параллаксы классических цефеид, измеренных на спутнике HIPPARCOS, пришли к выводу о необходимости су-

щественного увеличения их шкалы расстояний. В то же время, ряд авторов на основании изучения тригонометрических параллаксов ряда близких рассеянных скоплений и менее компактных группировок, звездных ассоциаций, сделали однозначный вывод в пользу короткой шкалы, которая никак не согласуется с предложенной М. Фистом и Р. Кэчпол шкалой расстояний цефеид.

В последнее время, похоже, выход из этого про-



Диаграммы "цвет – звездная величина" шарового скопления M53 (вверху – для всего скопления, внизу – для горизонтальной ветви). Звезды RR Lyr (светлые кружки) имеют одинаковую светимость. По вертикальной оси отложены измеренные звездные величины членов скопления в цветовой полосе V, по горизонтальной – разности звездных величин в полосах В (синяя) и V (желто-зеленая). (Рисунок взят из статьи Soo-Chang Rey, Yong-Ik Byun, *Astronomical Journal*, V. 116, pp. 1775-1788, 1998)

дов (свыше 9–10 дней), на которые, в частности, опирается вся внегалактическая шкала расстояний. Увеличить же следует лишь расстояния до цефеид коротких периодов (которые в большинстве других галактик наблюдать не удастся). Последнее обстоятельство связано, скорее всего, с неверным определением "тона", в котором пульсируют многие короткопериодические цефеиды. Дело в том, что цефеида может пульсировать несколькими различными способами (иногда даже одновременно), подобно тому как гитарная струна может издавать звуки разной высоты. Большинство цефеид (практически все цефеиды больших периодов) пульсируют в так называемом основном тоне, период которого связан со светимостью звезды через упоминавшуюся выше зависимость. Однако часть цефеид (и таких особенно много среди цефеид коротких периодов) пульсируют в первом обертоне, период которого составляет около 70% от периода основного тона для

творения найден – опять-таки в пользу короткой шкалы расстояний. Выяснилось, что по результатам применения к цефеидам метода статистических параллаксов

(а также при более тщательном анализе тригонометрических параллаксов!) короткая шкала расстояний остается безусловно верной только для цефеид больших перио-

каждой конкретной звезды. В случае, если по каким-либо причинам звезду, пульсирующую в первом обертоне, по ошибке принимают за цефеиду, пульсирующую в основном тоне, то ей фактически приписывается заниженный период и, следовательно, заниженная светимость. Так что результат М. Фиста и Р. Кэчпол – всего лишь косвенное подтверждение ошибочной классификации большого числа цефеид коротких периодов.

Применение метода статистических параллаксов с учетом возможных ошибок классификации цефеид по модам пульсации приводит к короткой шкале расстояний в прекрасном согласии с результатами для близких скоплений. Этот результат был независимым образом получен в 1998 г. авторами данной статьи совместно с Е.В. Глушковой (доцент кафедры астрофизики и звездной астрономии МГУ) и аспиранткой М.В. Заболоцких, а также группой французских и испанских исследователей (Кс. Лури, А.Е. Гомес, Ф. Фигерас и М.О. Менессье). Отметим, наконец, что согласно результатам, полученным авторами статьи совместно с научным сотрудником ГАИШ А.М. Мельник, короткая шкала расстояний подтверждается и анализом тригонометрических параллаксов голубых звезд, а также результатами применения метода статистических параллаксов к ОВ-ассоциациям (тесным группировкам молодых, объединенным общим происхождением звезд).

ШКАЛА РАССТОЯНИЙ СТАРЫХ ОБЪЕКТОВ ГАЛАКТИКИ

Все объекты, о которых мы упомянули в связи с созданием шкалы расстояний, населяют диск Галактики. Они очень молоды (так, возраст цефеид не более 50-80 млн лет, а звезд ОВ-ассоциаций – всего около 10 млн лет). А как же определяются расстояния до старых объектов Галактики – например, шаровых звездных скоплений (Земля и Вселенная, 1984, № 6) и одиночных звезд галактического гало? Раз звезды диска и гало имеют разный возраст, происхождение, химический состав и находятся на разных стадиях звездной эволюции, подходить к ним с единой “меркой” не так просто. Чтобы установить шкалу расстояний, пригодную для старых объектов, необходимо найти независимый способ определения расстояний хотя бы до некоторых из них. Такими объектами стали пульсирующие переменные (и снова “выручают” нас переменные звезды!) типа RR Лиры (Земля и Вселенная, 1970, № 3).

Эти звезды меняют свой блеск с периодами от 0,4 до 1 суток, но, в отличие от цефеид диска, все имеют приблизительно одну и ту же среднюю светимость! Звезды этого класса (гораздо более слабые, чем цефеиды) в большом количестве населяют горизонтальную ветвь шаровых скоплений на диаграмме “цвет – звездная величина” и служат основой для определения расстояний до этих скоплений.

Нужно только независимым способом определить их абсолютную величину и, измерив видимую величину, вычислить фотометрическое расстояние. До недавнего времени для определения абсолютных величин звезд типа RR Лиры использовался единственный доступный и надежный способ – метод статистических параллаксов. Это сложное обобщение уже рассмотренного метода групповых параллаксов, учитывающее тот факт, что звезды типа RR Лиры не только обладают общим движением относительно Солнца, но и движутся относительно друг друга с большими скоростями (порядка 150 км/с, что свойственно звездам галактического гало).

Как и в методе группового параллакса, для вычисления абсолютных величин (и, следовательно, расстояний) используют лучевые скорости и собственные движения звезд, а также их видимые звездные величины. Суть метода сводится к тому, что общее движение группы звезд относительно Солнца неизбежно присутствует в их собственных движениях в виде компонента собственного движения $\mu_{\text{ср}}$, направленного на радиант и связанного с расстоянием до звезды и скоростью движения группы звезд относительно Солнца, которая определяется по лучевым скоростям: $V = (V_r \cos \lambda)_{\text{ср}}$. Эти звезды движутся относительно Солнца со сред-

ней скоростью более 200 км/с, поэтому эффект общего движения хорошо заметен даже на больших межзвездных расстояниях. Задача состоит в оптимальном подборе такого значения абсолютной величины звезд типа RR Лиры M_{RR} , при котором наилучшим образом выполняется приведенное выше соотношение.

В течение десятилетий принималось значение $M_{RR} = +0,6^m$, выведенное таким методом еще в 1960-е гг. Оно использовалось для расчета расстояний до шаровых скоплений и даже до центра Галактики. В настоящее время в связи с появлением нового массового и более точного наблюдательного материала это значение пересмотрено. По новым данным, для звезд типа RR Лиры с пониженным содержанием тяжелых химических элементов (т.е. с типичным для населения гало химическим составом) $M_{RR} \approx +0,78^m$.

Результаты прямого измерения расстояний в рамках проекта HIPPARCOS дают по меньшему числу звезд близкое к этому значение светимости. Следовательно, ранее принимаемая шкала расстояний старых объектов нуждается в сокращении всех расстояний примерно на 9%.

СОГЛАСОВАНИЕ ШКАЛ РАССТОЯНИЙ

Итак, мы рассмотрели те наблюдательные данные, на которые опираются шкалы расстояний молодых (диск) и старых (гало) объектов. В иде-

альном случае эти две шкалы должны совпадать, т.е. 1 кпк в гало должен быть равным 1 кпк в диске Галактики. Проверить согласованность шкал расстояний можно несколькими способами. В первую очередь, определив расстояние до центра Галактики R_0 . Может показаться странным, что по поводу значения этого фундаментального параметра на протяжении десятков лет в астрономической литературе идет ожесточенная дискуссия. Встречающиеся в литературе оценки R_0 заключаются в пределах от 6,5 до 10 кпк (Земля и Вселенная, 1994, № 1).

Такой неправдоподобно большой разброс оценок связан с применением двух упомянутых шкал расстояний. Так, с одной стороны, расстояние до центра Галактики можно считать равным расстоянию до области, к которой концентрируются шаровые скопления и звезды типа RR Лиры. С другой стороны, существует **кинематический метод** определения расстояния. Он использует тот факт, что центр Галактики – это также центр вращения объектов галактического диска. Есть и многочисленные другие методы, большинство которых опирается либо на одну, либо на другую из рассмотренных шкал.

Второй способ проверки согласованности шкал состоит в определении модуля расстояния галактики, в которой хорошо изучены как рассеянные

скопления и цефеиды, так и шаровые скопления и переменные типа RR Лиры. Речь идет о Большом Магеллановом Облаке (БМО) – одном из ближайших спутников нашей Галактики. Использование упомянутых ранее оценок светимости звезд типа RR Лиры и зависимости “период – светимость” для цефеид приводит к хорошему согласию значений модуля расстояния БМО, близкому к $18,25\text{--}18,30^m$. Это значение хорошо согласуется и с оценкой расстояния БМО, сделанной путем сравнения линейной и угловой скорости расширения остатка Сверхновой, вспыхнувшей в БМО в 1987 г.

Что касается **расстояния до центра Галактики**, то в последнее время разными методами получаются оценки порядка $R_0 \approx 7,2\text{--}7,8$ кпк, неплохо согласующиеся с обеими шкалами. Впервые стало возможным говорить о согласованной шкале расстояний в Галактике. По сравнению с использованием ранее шкалами она стала на 10–15% короче.

ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШКАЛЫ РАССТОЯНИЙ

В 1995 г. с помощью 2,5-м Космического телескопа им. Хаббла были изучены цефеиды в галактике М 96 – спиральной галактике, входящей в состав группы галактик в созвездии Льва. Несмотря на то, что они очень слабы ($\approx 25\text{--}26^m$), для 8

цефеид удалось проследить изменения их блеска со временем и определить среднюю видимую величину. После учета поглощения с помощью зависимости “период–светимость”, ранее используемой для цефеид Галактики (более “длинной”), был оценен их абсолютный блеск и найдено расстояние $11,6 \pm 0,8$ Мпк. Важны космологические и космогонические последствия этого результата.

Зная расстояние и лучевую скорость скопления галактик (приблизительно 7200 км/с), мы можем оценить постоянную Хаббла $H \approx 69 \pm 8$ км/с/Мпк. Это существенно больше значения 50 км/с/Мпк, принимавшегося на протяжении многих лет. Постоянная Хаббла в рамках космологической модели Эйнштейна – де Ситтера однозначно связана с возрастом Вселенной $T \propto H^{-1}$. Новое, более высокое значение постоянной Хаббла приводит к слишком малому возрасту Вселенной – менее 10 млрд лет. Парадокс заключается в том, что теория звездной эволюции предсказывает существенно больший возраст шаровых скоплений! Впрочем, по современным оценкам, возраст галактического диска, оцененный по белым карликам, также превышает 9,5 млрд лет. Если же учесть, что новая, уточ-

ненная шкала расстояний несколько короче, то значение постоянной Хаббла увеличивается и противоречие между малым возрастом Вселенной и возрастом шаровых скоплений и диска только усиливается. Конечно, если не предположить, что большинство шаровых скоплений имеет догалактическое происхождение, что крайне маловероятно.

Более того. Как уже сказано, последние результаты изучения переменных звезд типа RR Лир говорят о необходимости уменьшить их светимость приблизительно на $0,2^m$. Расчеты показывают, что светимость звезд на этой стадии должна уменьшаться с возрастом скопления. Уменьшая светимость и тем самым сокращая шкалу расстояний, мы даже увеличиваем эволюционный возраст скоплений! Итак, уменьшение шкалы расстояний приводит, с одной стороны, к уменьшению возраста Вселенной, а с другой – увеличению возраста шаровых скоплений. Отмеченное противоречие только усиливается.

Как же устранить парадокс, связанный со шкалой расстояний? Объяснение, удовлетворяющее всех исследователей, пока не найдено. Ожидалось, что окончательный и однозначный ответ даст прямое измерение высокоточных па-

раллаксов звезд гало и цефеид с помощью спутника HIPPARCOS. Однако, судя по имеющемуся наблюдательному материалу, этого не произошло. Число цефеид с высокоточными параллаксами (т.е. сравнительно близких) слишком мало для точных выводов. Следовательно, основной заметным образом “удлинить” шкалу расстояний пока нет.

Альтернативное объяснение парадокса может быть связано как с неверной интерпретацией выводов теории эволюции или даже неточностью самой теории эволюции маломассивных звезд (к которым относится большинство звезд шаровых скоплений), так и с необходимостью уточнить космологическую модель. Эту точку зрения разделяет широкий круг исследователей.

Итак, ключевые вопросы современной астрофизики – **теория звездной эволюции и космологические представления** – оказались весьма чувствительными к результатам определения расстояний в нашей Галактике и за ее пределами. Противоречие выводов теории звездной эволюции и космологии, по-видимому, станет стимулом дальнейшего развития наших представлений о Галактике и Вселенной и ареной борьбы новых идей.

Полет орбитального комплекса “Мир” в 1999 г.

Наступивший 1999 год на станции “Мир” начался в штатном рабочем режиме. Бортовые системы функционировали исправно, и космонавты занимались научными исследованиями. Проводились технологические эксперименты по изучению характеристик конструкционных материалов, исследования в области мягкого гамма-излучения и потоков космических частиц высоких энергий, съемки аппаратурой модуля “Природа” отдельных районов суши и моря, измерение параметров атмосферы по трассе полета станции, биологические эксперименты в бортовой оранжерее “Свет”. Продолжались и медицинские исследования. Для определения оптимальных режимов физических тренировок в условиях длительного пребывания в невесомости командир экипажа **Геннадий Иванович Падалка** и бортинженер **Сергей Васильевич Авдеев** регулярно проходили контрольные медицинские обследования.

Готовились космонав-

ты и к эксперименту “Знамя-2.5”, который был запланирован на 4 февраля. Его называют одним из самых зрелищных космических экспериментов. Представьте себе такую картину: несколько минут назад зашло Солнце, ночная тьма окутала землю, и вдруг становится светло. Светло, как при полнолунии!.. Но никакой Луны нет, а где-то там, в вышине быстро движется сияющее пятно, излучающее свет. Секунд через пятнадцать снова наступает ночь... Первый эксперимент из серии “Знамя” проводился 6 лет назад – 4 февраля 1993 г. (Земля и Вселенная, 1994, № 1).

Отличие нынешнего эксперимента, который проводился с помощью грузового корабля “Прогресс М-40”, не только в том, что диаметр зеркала увеличен до 25 м. Сейчас космонавты должны были управлять ориентацией “грузовика” после того, как на нем раскроется это зеркало из тонкопленочного материала, чтобы удержать пятно отраженного солнечного све-

та на одной точке земной поверхности. Управление ТК “Прогресс М-40” дистанционное, телеоператорное, и космонавты, находясь на станции, имеют возможность управлять кораблем.

Отделение “Прогресса М-40” от станции было произведено **4 февраля в 12 ч 59 мин 32 с**. В люке этого корабля вместо стыковочного механизма космонавты установили специальный агрегат с уложенным в нем пленочным отражателем. После расстыковки и отхода “грузовика” от станции на расстояние около 1 км начался процесс раскрытия отражателя за счет центробежных сил вращающегося барабана.

По какой-то причине в момент раскрытия отражателя раскрылась одна из антенн. Эта антенна системы “Курс” применяется при стыковках. Она перекрыла зону раскрытия конструкции. Полотно зеркала стало разворачиваться, раскручиваться, сделало пятнадцать оборотов и, ударя по антенне, зацепилось за нее. Присутствующие в ЦУПе

* Продолжение. Начало см.: 1997, №№ 3 и 6; 1998, №№ 2 и 6; 1999, № 3.

** Далее везде приведено декретное московское время.



Командир ЭО-26 Г.И. Падалка после тренировок на тренажере корабля "Союз ТМ" в Центре подготовки космонавтов. Фото С.А. Герасютина

видели это с помощью внешней телекамеры грузового корабля. Попытались освободить зацепившуюся пленку отражателя включением двигателей малой тяги – "грузовик" произвел динамическую операцию, и пленка немного съехала с антенны. После второго включения двигателя она соскочила совсем.

Но одно дело раскрыть отражатель с исходной позиции, когда его лепестки постепенно сходят с катушек. И совсем другое, когда эти лепестки уже частично вышли и произвольно висят. Снова включили барабан, и полотнище стало вращаться, расправляясь и наращивая площадь зеркала. Казалось, тонкопленочные лепестки зеркала скоро развернутся. Но через 40 с вращение

прекратилось, и начавший было получаться блестящий круг сразу же потерял форму. Очевидно, где-то пленку зацепило. Хотя окончательное решение отложили до утра, но уже вечером стало ясно, что дальнейшие попытки раскрытия зеркала бесполезны. Эксперимент не удался.

5 февраля в 13 ч 16 мин 02 с по команде с Земли был включен на торможение маршевый двигатель корабля "Прогресс М-40". "Грузовик" сошел с орбиты и прекратил существование в 14 ч 10 мин 13 с.

8 февраля Г. Падалка и С. Авдеев осуществили перестыковку корабля "Союз ТМ-28" с переходного отсека станции на модуль "Квант". Они отстыковались от станции в 14 ч 23 мин 04 с и в 14 ч 39 мин 07 с причалили к ее противоположному концу.

В последующие дни космонавты продолжали заниматься научными исследованиями, а также выполняли профилакти-

ческое обслуживание бортовых систем. С помощью установленной на внешней поверхности станции аппаратуры проводились съемки суши, водоемов, измерения оптических и спектральных характеристик земной атмосферы. Для получения научной информации о механизмах генерации элементарных заряженных частиц высоких энергий в космическом пространстве и радиационных поясах Земли делались измерения с использованием магнитного спектрометра "Мария".

20 февраля в 7 ч 18 мин 01 с с космодрома Байконур стартовал корабль "Союз ТМ-29" с международным экипажем. В составе этого экипажа: командир – полковник **Виктор Михайлович Афанасьев (Россия)**, бортинженер – бригадный генерал **Жан-Пьер Энierre (Франция)** и космонавт-исследователь – подполковник **Иван Белла (Словакия)**. Позывной экипажа – "Дербент".

Виктор Михайлович Афанасьев родился 31 декабря 1948 г. в г. Брянске. После окончания в 1970 г. Качинского высшего военного авиационного училища им. А.Ф. Мясникова служил в частях ВВС СССР. В 1976-77 гг. прошел обучение в Центре подготовки летчиков-испытателей и до 1988 г. работал в Государственном научно-испытательном институте им. В.П. Чкалова. В 1980 г. закончил без отрыва от основной работы Московский авиационный инсти-



Проведение одного из экспериментов бортинженером С.В. Авдеевым. Фото С.А. Герасютина

тут. Освоил более 40 типов и модификаций самолетов, налетал свыше 2000 ч. Имеет квалификации "Военный летчик 1 класса" и "Летчик-испытатель 1 класса". В 1985-87 гг. прошел курс общей космической подготовки в Центре подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина. В отряд космонавтов ЦПК зачислен в 1988 г. Совершил два космических полета общей продолжительностью 357 сут 02 ч 19 мин, был командиром 8-й и 15-й основных экспедиций (ЭО) на ОК "Мир": с 2 декабря 1990 г. по 26 мая 1991 г. и с 8 января по 9 июля 1994 г. Выполнил 4 выхода в открытый космос суммарной длительностью 20 ч 45 мин. Ему присвоена квалификация космонавта 1-го класса. В 1995 г. окончил Гуманитарную академию Вооруженных Сил РФ.

Жан-Пьер Эньер родился 19 мая 1948 г. в Париже. После окончания в 1972 г. Военно-воздушной академии служил в авиа-

ционных частях ВВС Франции. В 1980-81 гг. прошел обучение в школе летчиков-испытателей в Великобритании. По возвращении во Францию был назначен ответственным за программу испытаний самолета "Мираж-2000Н". Участвовал в испытаниях военной и гражданской авиационной техники. Имеет около 5300 ч налета на более 100 типах самолетов. С 1985 г. работает в Национальном центре космических исследований Франции (CNES). В 1986 г. зачислен в отряд астронавтов CNES. Участвовал в разработке европейского многоразового космического корабля "Hermes", был ответственным за программу "Caravella 0-G" ("полеты на невесомость"). С 1991 г. систематически проходил подготовку к космическим полетам в ЦПК им. Ю.А. Гагарина. Совершил космический полет на ОК "Мир" продолжительностью 20 сут 16 ч 0 мин с 1 по 22 июля 1993 г. в качестве

космонавта-исследователя экспедиции посещения по программе "Альтаир". В июне 1998 г. зачислен в отряд астронавтов Европейского космического агентства.

Иван Белла родился 21 мая 1964 г. в г. Брезно в Словакии. В 1983 г. окончил военную гимназию в г. Банска-Бистрица, в 1987 г. – Военную авиационную академию в г. Кошице. Служил в ВВС Чехословакии в качестве летчика истребительно-бомбардировочной авиации и штурмана эскадрильи. Налетал около 800 ч на 5 типах самолетов. В марте 1998 г. приступил к занятиям в ЦПК им. Ю.А. Гагарина. Прошел курс подготовки к полету на ОК "Мир" в качестве космонавта-исследователя по программе экспедиции посещения "Штефаник".

22 февраля в 8 ч 36 мин 16 с корабль "Союз ТМ-29" состыковался со станцией "Мир", заняв причал переходного отсека базового блока.

Программа работы словацкого космонавта на станции "Мир" (программа "Штефаник") предусматривала проведение научных исследований по трем направлениям (медицина, биология, радиационные измерения) и включала в себя следующие эксперименты:

"Эндотест" – изучение нейроэндокринных и ме-

таболических реакций космонавта на функциональную нагрузку во время космического полета;

“Сенсоасимметрия” — исследование роли сенсорной асимметрии в развитии болезни движения в космическом полете;

“Перепел” — исследование влияния условий микрогравитации на эмбриональное и раннее постэмбриональное развитие японского перепела, а также влияние на него искусственной силы тяжести;

“Дозиметрия-1” — исследование энергетических частиц космического излучения и его трансформации при прохождении через тонкие слои экранирующего материала;

“Дозиметрия-2” — исследование условий эксплуатации орбитальных станций и воздействия факторов околоземного космического пространства на материалы различного функционального назначения, элементы конструкции и блоки бортовой аппаратуры.

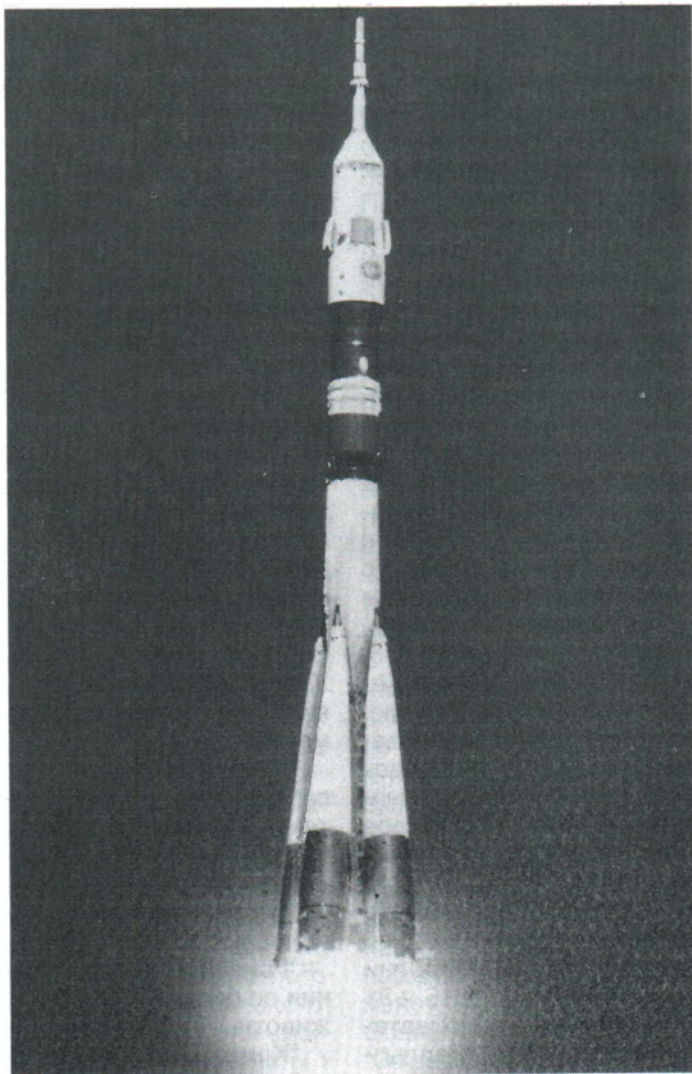
К эксперименту “Перепел” приступили сразу же после перехода нового экипажа на станцию “Мир”, ведь привезенные им перепелиные яйца уже прошли на Земле двухнедельный инкубационный период.

Аналогичный эксперимент уже проводился на “Мире” 6 лет назад во время полета А. Соловьева и С. Авдеева. Тогда не уда-

лось сохранить ни одного цыпленка. Оказавшись в беспорядном пространстве, они беспорядочно кувыркались, отказывались есть и пить. Не помогла и сетка, за которую, как предполагалось, цыплята должны были держаться лапками и таким образом ориентироваться. У них просто отсутствовали хватательные рефлексы.

Теперь же была надежда, что с помощью центрифуги птенцы смогут

привыкнуть к необычным условиям... Но центрифуга сломалась, и бывшие в ней перепелята, попав в стрессовую ситуацию, не сумели оправиться. В лучшем положении оказались птенцы, не успевшие попасть в центрифугу. Их стали держать в инкубаторе, вынимая только для кормления с помощью шприцев и видеосъемки. Уцелевших перепелят (к дню возвращения на Землю их осталось 10)



Старт 20 февраля 1999 г. космического корабля “Союз ТМ-29” с международным экипажем на борту. Фото ESA



Международный экипаж ЭО-27 на тренажере станции "Мир" в ЦПК: И. Белла (Словакия), В.М. Афанасьев (РФ) и Ж.-П. Энньере (Франция). Фото С.А. Герасютина

решили перенести в спускаемый аппарат "Союз ТМ-28" в последний момент, перед закрытием переходных люков.

28 февраля после выполнения задач ЭО-26 и российско-словацкой программы Геннадий Падалка и Иван Белла вернулись на Землю. Расстыковка корабля "Союз ТМ-28" и станции произошла в 1 ч 55 мин 10 с, в 4 ч 22 мин 13 с была включена его двигательная установка, и в 5 ч 14 мин 20 с спускаемый аппарат с российским и словацким космонавтами приземлился в 59 км северо-восточнее г. Аркалыка в Казахстане. К сожалению, температура в спускаемом аппарате оказалась слишком низкой для цыплят, поэтому только трое из них живыми вернулись на Землю...

Длительность полета командира 26-й основной экспедиции Г.И. Падалки составила 198 сут 16 ч 31 мин 09 с, а космонавта-исследователя И. Беллы – 7 сут 21 ч 56 мин 19 с.

Работу на станции "Мир" продолжал экипаж в составе: Виктор Афанасьев – командир, Сергей Авдеев – бортинженер и Жан-Пьер Энньере – бортинженер-2. Им предстояло выполнить задачи ЭО-27 и российско-французскую научную программу "Персей".

Программа "Персей" продолжала исследования, ранее проводимые французскими астронавтами на станции "Мир" (Земля и Вселенная, 1997, № 2). Отличие заключалось в том, что теперь она была рассчитана на длительный полет. Ученые Франции подготовили следующие эксперименты:

"Физиолаб" – изучение сердечно-сосудистой системы человека в условиях космического полета;

"Когнилаб" – изучение нейросенсорной системы человека в невесомости;

"Генезис" – исследование по биологии развития животных (tritонов);

"Комет" – сбор кометной пыли для последую-

щего химического анализа; **"Экзобиология"** – экспонирование биологических образцов (аминокислот, бактерий, протеинов), покрытых защитной глиняной оболочкой, имитирующей состав различных метеоритов, на внешней поверхности станции "Мир";

"Спика" – испытание электронных систем с высоким уровнем интегрирования (блоки памяти и микропроцессоры) внутри и снаружи ОК "Мир";

"Кастор" – исследование различных систем демпфирования стержневой конструкции в условиях невесомости.

Эксперименты "Физиолаб", "Когнилаб" и "Генезис" были комплексными и, в свою очередь, подразделялись на ряд экспериментов. Эксперименты "Комет" и "Экзобиология" имели общую цель – исследование возможности занесения из космоса на Землю органических молекул, лежащих в основе первых живых систем на нашей планете.

Кроме того, три эксперимента французские ученые подготовили совместно со своими коллегами из Германии:

"WSG" – изучение движения позвоночника космонавтов во время полета;

"Алис-2" – исследование поведения вещества вблизи критической точ-

ки (промежуточное состояние между жидкой и газообразной фазами) в условиях микрогравитации;

"Титус" – изучение процессов затвердевания материалов в невесомости.

В марте 1999 г. после длительного перерыва были возобновлены исследования различных участков звездного неба с помощью международной обсерватории "Рентген", установленной на модуле "Квант". Кроме того, продолжались астрофизические исследования с использованием магнитного спектрометра "Мария" и рентгеновского спектрометра "Букет". По программе изучения окружающей среды проводился эксперимент "Океан", в котором изучались спектральные характеристики районов с интенсивной генерацией внутренних волн.

2 апреля в 14 ч 28 мин 43 с с космодрома Байконур стартовал автоматический грузовой корабль **"Прогресс М-41"**. 4 апреля в 15 ч 46 мин 49 с он состыковался со станцией "Мир", заняв причал на модуле "Квант". "Грузовик" привез топливо для объединенной двигательной установки станции, научную аппаратуру, продукты питания, питьевую воду, необходимое оборудование и расходные материалы для бортовых систем, а также тритонов для эксперимента "Генезис".

16 апреля Виктор Афанасьев и Жан-Пьер Энсьере совершили выход в открытый космос про-

должительностью 6 ч 19 мин. Наружный люк они открыли в 07 ч 37 мин.

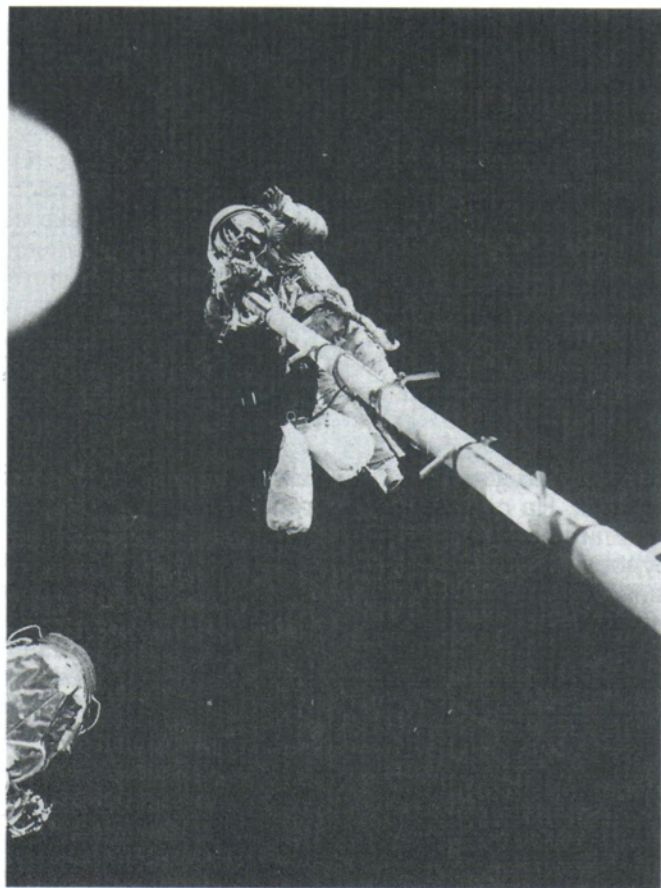
Для В. Афанасьева это был пятый выход в открытый космос, для Ж.-П. Энсьере – первый.

Их работа началась с эксперимента **"Герметизатор"**. Оборудование эксперимента предназначалось для ремонта разгерметизированного модуля "Спектр". Вначале задача не казалась сложной – найти трещины в корпусе модуля и заделать их. На станцию доставили необходимое оборудование, но поиск трещин пока не увенчался успехом. Тогда решили использовать ремонтное оборудование для отработки технологии, которая очень может понадобиться в будущем, например, на Международной космической станции. К сожалению, эксперимент не получился. Космонавты установили специальную панель, однако выдавить из баллона герметизирующую смесь не удалось – не сработал плунжер.

Выход в открытый космос В. Афанасьева и Ж.-П. Энсьере был посвящен работам с научной аппаратурой. Одни приборы космонавты снимали, а на освободившиеся места ставили другие. Они демонтировали несколько ловушек микрометеоритов, в том числе французский блок **"Комет"**, который был установлен в ноябре 1998 г. накануне прихода метеорного потока Леониды. Недалеко от выходного люка они смонтировали и подключили к бортовой сети научную ап-

паратуру **"Экзобиология"**. С помощью этой аппаратуры российские и французские ученые будут исследовать взаимодействие метеоритного вещества с молекулами биополимеров при воздействии космического излучения. Как полагают, результаты подобных исследований помогут в изучении проблемы возникновения жизни на Земле.

Впервые выход в открытый космос осуществлялся без связи через геостационарный спутник-ретранслятор. Раньше это был "Альтаир", в последнее время – "Гелиос", вышедший из строя в начале апреля 1999 г. При наличии спутника-ретранслятора сеансы связи длились по 40-50 мин, что позволяло отслеживать работу в открытом космосе, подсказывать пути решения возникающих трудностей. Использование только наземных пунктов сократило это время до 10-15 мин, а перерывы между сеансами стали больше часа. Так что космонавтам приходилось теперь полагаться, главным образом, на себя. Отсутствие своевременной подсказки, консультаций со специалистами, конечно, сказалось на эффективности работы. И в результате ЦУПу пришлось отменить достаточно длительный переход на модуль "Спектр", где космонавты должны были снять кассеты детектора межзвездного газа и запустить макет первого спутника. Обняв левой рукой ферму "Софора" (она установлена на модуле "Квант"),



Французский космонавт Ж.-П. Энтьере на грузовой стреле ОК "Мир" во время выхода в открытый космос 16 апреля 1999 г. Фото ESA

Ж.-П. Энтьере правой рукой отправил макет первого ИСЗ в автономный полет. В 13 ч 56 мин В. Афанасьев закрыл за собой выходной люк.

1 июня в РКК "Энергия" им. С.П. Королева Совет главных конструкторов решал судьбу ОК "Мир". О принятом решении в тот же день руководитель полета Владимир Соловьев проинформировал экипаж: после 27-й основной экспедиции перевести станцию на полгода в беспилотный режим полета. А дальше, если появятся средства, продолжать ее эксплуатацию в пилотируемом режиме; если средств не

будет, придется завершать все работы.

Экипаж ЭО-27 выполнил несколько подготовительных операций по переводу ОК "Мир" в беспилотный режим полета, чтобы исключить его неуправляемый сход с орбиты до **февраля-марта 2000 г.** Во-первых, на станцию будет доставлен новый блок командной радиолонии "Квант", поскольку имеющийся на борту давно работает за пределом своего ресурса, а при отсутствии экипажа требования к надежности автоматики возрастают. Во-вторых, надо заменить и несколько аккумуляторных батарей системы

электропитания. Они тоже будут доставлены на "грузовике", старт которого намечался на 10 июля. В-третьих, чтобы обеспечить управляемый полет станции в беспилотном режиме, когда выключены практически все бортовые системы (за исключением системы электропитания и терморегулирования, телеметрической системы командной радиолонии), надо будет развернуть аналоговый контур управления на базе блока управления причаливанием и ориентацией. Сохраняются и все прежние задачи, предусмотренные программой экспедиции.

8 июня Коллегия Росавиакосмоса одобрила решение Совета главных конструкторов.

16 июля в 19 ч 37 мин 33 с с космодрома Байконур был произведен запуск грузового корабля "Прогресс М-42". Причиной задержки старта стал запрет правительства Казахстана на все запуски с космодрома Байконур после аварии ракеты-носителя "Протон" 5 июля 1999 г.

17 июля в 14 ч 20 мин 44 с от ОК "Мир" отстыковался ТГК "Прогресс М-41", освободив место для нового "грузовика", и в тот же день в 22 ч 51 мин прекратил существование. 18 июля в 20 ч 53 мин 23 с "Прогресс М-42" состыковался со станцией.



Схема проведения эксперимента "Рефлектор"

После прибытия "Прогресса М-42" экипаж занимался, в основном, его разгрузкой и подготовкой к выходу в открытый космос. Главная задача этого выхода заключалась в испытаниях конструкции новой крупногабаритной рефлекторной антенны, ее раскрытия и формообразования в условиях космоса. Такие антенны обладают высокой эффективностью, их предполагается использовать на телекоммуникационных спутниках для трансляции цифрового телевидения, обеспечения мобильной спутниковой связи и навигации.

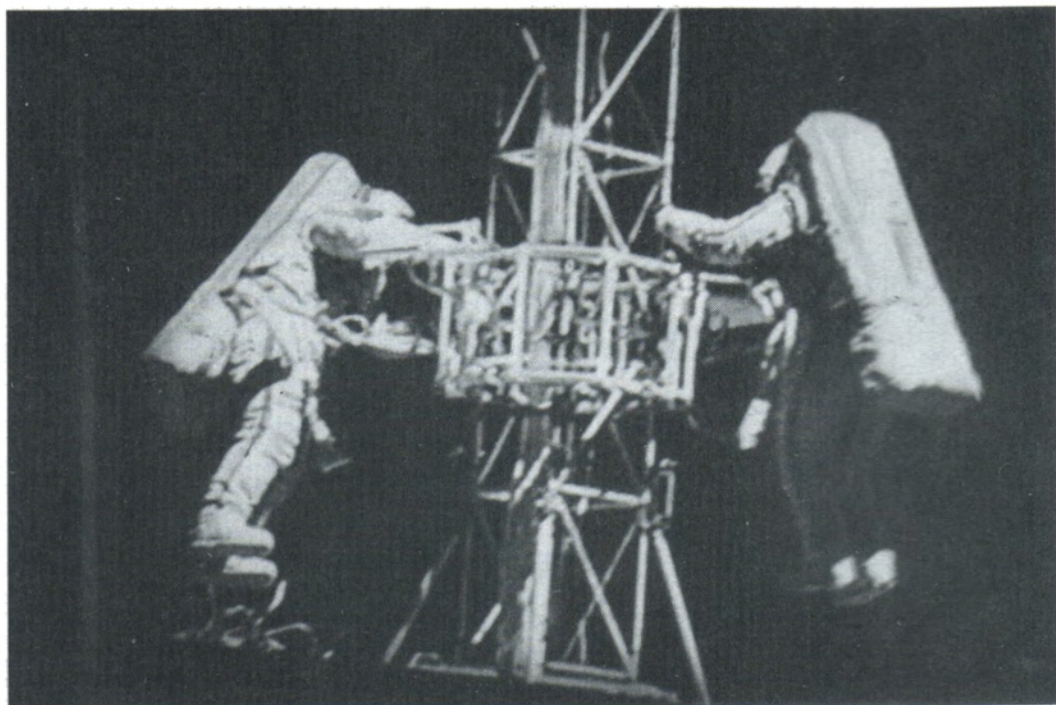
Антенну для эксперимента "Рефлектор" изгото-

вовили российские и грузинские специалисты. Она представляет собой параболический отражатель в виде эллипса размером $6,4 \times 5,2$ м. Масса антенны 38 кг.

23 июля в 14 ч 06 мин В. Афанасьев и С. Авдеев открыли наружный люк станции. Из шлюзового отсека космонавты извлекли находящуюся в сложенном состоянии антенну и с помощью грузовой стрелы перенесли ее на ферму "Софора", где она была закреплена, подключили электрические кабели привода раскрытия конструкции к бортовой сети станции. Затем В. Афанасьев с пульта управления выдал команду на раскрытие антенны. Как сообщили космонавты, антенна дернулась, но не раскрылась.

ЦУП порекомендовал покачать, потрясти ее, что и было сделано. По оценке специалистов антенна развернулась на 80-90%. Перед возвращением космонавты демонтировали установленную в предыдущем выходе французскую аппаратуру "Экзобиология". Длительность выхода составила 6 ч 07 мин.

Эксперимент "Рефлектор" успешно завершился во время следующего, заключительного выхода в открытый космос В. Афанасьева и С. Авдеева. Это произошло **28 июля**, наружный люк космонавты открыли в 12 ч 37 мин. Сначала на модуле "Квант" они установили и подключили к бортовой кабельной сети аппаратуру "Индикатор", предназначенную для исследо-



вания параметров окружающей среды в непосредственной близости от станции. По рекомендации специалистов космонавты произвели переключение цепей питания электропривода раскрытия конструкции антенны эксперимента "Рефлектор". По команде с пульта управления процесс раскрытия антенны был полностью завершен. После окончания эксперимента В. Афанасьев и С. Авдеев демонтировали раскрывшуюся конструкцию и удалили ее со станции, отправив в автономный полет, поскольку она могла помешать работе бортовых радиоустройств.

Перед возвращением в станцию космонавты на внешней поверхности модуля "Квант-2" заменили кассеты с образцами эле-

ментов радиоэлектронной аппаратуры, конструкционных и теплозащитных материалов, длительное время экспонировавшихся в условиях открытого космоса. Длительность выхода составила 5 ч 22 мин.

В начале августа космонавты провели на установке "Волна" цикл исследований эффективности капиллярных устройств, предназначенных для забора топлива в баках космических аппаратов. К середине августа программа научных исследований была выполнена. В последние дни перед возвращением экипаж вплотную занимался подготовкой станции к полугодовому этапу беспилотного полета. Надо было заменить приборы, которые работали за пре-

Космонавты В.М. Афанасьев и С.В. Авдеев в открытом космосе во время выполнения эксперимента "Рефлектор" 23 июля 1999 г.

делами своего ресурса, чтобы заранее предупредить возможные отказы.

Для повышения надежности на станции дополнительно поставили аналоговый контур управления на базе блока управления причаливанием и ориентацией. Он разрабатывался для кораблей "Прогресс" и ни разу не отказал.

Космонавты полностью законсервировали стыковочный отсек и модуль "Природа", отключив электропитание. Провели санитарно-гигиеническую обработку всех отсеков станции в местах скопле-

ния микроорганизмов, появления плесени, ржавчины. Выключили сигнализацию, все пульты, с которыми работает экипаж, и системы жизнедеятельности.

27 августа "Дербенты" простились со станцией и в 22 ч 10 мин ушли в корабль "Союз ТМ-29", закрыв за собой переходные люки. Впервые за последние 10 лет станция "Мир" осталась без экипажа.

Расстыковка корабля и станции произошла **28 августа** в 0 ч 17 мин 01 с. В 2 ч 43 мин 21 с включился маршевый двигатель корабля, и в 3 ч 34 мин 20 с спускаемый аппарат приземлился в 76 км северо-восточнее г. Аркалык.

Продолжительность полета В.М. Афонасьева и Ж.-П. Энсьере составила 188 сут 20 ч 16 мин 19 с, а **С.В. Авдеева** – 379 сут 14 ч 51 мин 09 с. С.В. Авдеев установил новый мировой рекорд длительности пребывания в космосе (по сумме трех полетов) – **747 сут** 14 ч 12 мин 26 с.

Станция "Мир" продолжает полет уже без экипажа, но по-прежнему с работающим главным компьютером, со стаби-

лизацией на гиродинах. Это было нужно для того, чтобы обеспечить оптимальный приход электроэнергии от солнечных батарей для питания бортового кондиционера БКВ-3, с помощью которого проводилась осушка атмосферы внутри станции. 7 сентября осушка была закончена. БКВ-3 выключили и дали команду на торможение гиродинов. Ориентацию станции стали поддерживать с помощью реактивных двигателей. После полной остановки гиродинов, на что потребовалось около 5,5 ч, этими же двигателями произвели закрутку станции вокруг оси X (скорость вращения – 0,25 град/с), предварительно сориентировав ее перпендикулярно плоскости орбиты. Затем отключили систему управления движением и главный компьютер. С **8 сентября** ОК "Мир" совершает полет в режиме закрутки, называемом также режимом дрейфа, что обеспечивает минимально необходимую подпитку электроэнергией.

Сейчас в качестве основного рассматривается вариант, при котором в

начале марта 2000 г. на станцию должен прилететь экипаж. Затем будет запущен модифицированный грузовой корабль "Прогресс М1" с увеличенным запасом топлива.стыковка "грузовика" с пилотируемой станцией считается более надежной, так как в случае отказа автоматики экипаж может пристыковать его вручную с использованием телеоператорного режима управления. Если к тому времени появятся средства для продолжения эксплуатации ОК "Мир", топливо "грузовика" используют для подъема орбиты, и экипаж будет работать по программе длительной экспедиции. Если ситуация с финансированием останется прежней, тогда этим "грузовиком" начнут тормозить станцию. Перед последним тормозным импульсом (примерно за неделю) экипаж возвратится на Землю. И в **начале апреля 2000 г.** орбитальный комплекс "Мир" прекратит существование... Хотелось бы, чтобы этого не случилось.

В.И. ЛЫНДИН

Космический телескоп нового поколения

Ключевой компонент космической программы NASA – космический телескоп следующего поколения (NGST – Next Generation Space Telescope). Работа над ним начата в 1995 г., запуск намечается на 2008 г. – год 50-й годовщины создания NASA. В 2008 г. также исполнится 60 лет с тех пор, как Лайман Спидер предложил идею космического телескопа. Проект NGST – логическое развитие темы Космического телескопа им. Хаббла.

Новый телескоп будет выведен на гелиоцентрическую орбиту с фиксированным положением вблизи второй точки Лагранжа (L_2) системы Солнце-Земля (1,5 млн км от Земли в стороне, противоположной Солнцу), время полета до нее займет около 3 мес. Стоимость проекта – около 2 млрд долларов США. Часть финансовых затрат, кроме NASA, понесут Европейское и Канадское космические агентства.

Объектив нового телескопа – трехзеркальный анастигмат. Первичное зеркало диаметром 8 м сделано из бериллия. Оно состоит из центральной части диаметром 3,3 м и восьми лепестков, при выводе на орбиту лепестки сложены. Телескоп составлен из трех модулей: оптический, инструментальный (приемники излучения и управление), модуль поддержки, включающий защитный экран со стороны Солнца. В оптической части кроме основных зеркал имеются два небольших коррекционных зеркала для точной юстировки системы, исправления ошибок из-за гравитационных эффектов,

градиентов температуры, краевых эффектов, старения. Телескоп будет охлаждаться до температуры ниже 50 К. Он чувствителен к длинам волн от 0,6 μ м до более 10 μ м (от красного до среднего инфракрасного) с максимумом чувствительности от 1 μ м до 5 μ м (ближний инфракрасный свет). Инструментальный модуль содержит камеру ближнего инфракрасного света с полем зрения $4 \times 4'$, охлаждаемую до 30 К, мультиобъектный спектрометр того же диапазона и камеру/спектрометр в диапазоне 5–28 μ м, приемник излучения в которой охлажден до 6 К.

NGST сможет наблюдать первые поколения звезд и галактик, включая отдельные районы интенсивного формирования звезд, протогалактические фрагменты, суперновые при красном смещении $z = 5$ –20. NGST позволит увидеть отдельные звезды в близких галактиках, проникнет в пылевые облака вокруг районов зарождения звезд, обнаружит тысячи субзвезд и объектов пояса Койпера. (Субзвезды – объекты с массами меньшими, чем минимальная звездная, излучающие в инфракрасном диапазоне за счет гравитационного сжатия.)

В настоящее время далекие галактики, находящиеся в процессе активного звездообразования, наблюдаются вплоть до 29^m и $z = 5,6$ с помощью КТХ и наземных 8-м и 10-м телескопов. Получены доказательства раннего образования звезд (до $z > 4$). Выяснилось, что фон инфракрасного излучения в далеком участке ($> 100 \mu$ м) сравним по интенсивности с видимым

светом и ближним инфракрасным. Оказалось, что существует популяция слабых субмиллиметровых источников, которыми могут быть закрытые пылью районы активного звездообразования и активные галактические ядра. Наблюдения далеких сверхновых указывают, что Вселенная расширяется с ускорением.

Ожидается много достижений и в следующие годы до запуска NGST. Морфологический и спектроскопический обзор галактик с $z < 1$ станет относительно полным. Многие из ярких галактик с $z = 1$ –4 будут детально исследованы. Станет ясно, когда возникли большие сформировавшиеся галактики, но еще не будет известно как. Рекорды наблюдений объектов с большим красным смещением будут возрастать. Однако мы так и не сможем узнать, при каком красном смещении произошел первый, решительный этап галактогенезиса.

В 2008 г. с помощью NGST будет заложен фундамент для завершения нашего понимания проблемы образования и ранней эволюции галактик, таких как Млечный Путь. Новый телескоп сможет:

- Детектировать самые ранние фазы формирования звезд и галактик – конец “темных веков”. Здесь требуется сверхвысокая чувствительность в ближнем инфракрасном диапазоне.

- Разрешить первые галактические субструктуры, порядка отдельных скоплений звезд (размер 300 пк для $0,5 < z < 5$). Здесь требуется разрешение 0,060'' на длине волны 2 μ м.

– Выяснить основные спектральные свойства далеких галактик. Провести статистический анализ свойств галактик с большим красным смещением на полях $4 \times 4'$ (1×1 Мпк для $0,5 < z < 5$).

– Обнаружить и исследовать запыленные районы, где скрыты области активного звездообразования и активные галактические ядра, в том числе для эпохи мощного звездообразования при $z = 2$.

– Обнаруживать отдельные объекты, излучающие в сред-

нем и дальнем инфракрасных диапазонах фона и получать их спектры вплоть до 28 $\mu\text{м}$.

Телескоп сможет исследовать все стадии формирования звезд и планетных систем от массивных оболочек вокруг протозвезд до протопланетных дисков вокруг молодых звезд главной последовательности. Он сможет наблюдать планеты типа Юпитера у всех одиночных звезд на расстояниях до 8 пк, получить первые прямые изображения и спектрограммы внесолнечных планет.

Многие технические решения NGST и технологии (сверхлегкая активная криогенная оптика, устройства для опознавания формы и исправления волнового фронта излучения, широкоформатные высокочувствительные инфракрасные детекторы, сверхлегкие солнечные экраны) могут быть применены в науке и промышленности уже в ближайшее время.

Newsletter STScl June 1999

НОВЫЕ КНИГИ

Открывая тайны неба

В издательстве “ФАИР-ПРЕСС” увидела свет “Астрономия с Патриком Муром”. Книгу известного популяризатора астрономии перевел с английского К. Савельев, редактор перевода А. Кузьмин.

Астрономия П. Мура будет интересна читателю независимо от его начальных познаний в области астрономии, ибо написана она просто, без математики, включает много иллюстраций, способствующих глубокому восприятию информации. При этом изложенные сведения дают полное представление современной астрономической картины мира. Профессионалу она будет интересна как хороший методический пример изложения сложных понятий простым и доступным языком.

Первая глава книги посвящена общему описанию Солнечной системы. Вторая – особенностям вращения Земли и связанным с ними видимым движениям звездной сферы.



Далее, в третьей главе, следует краткое изложение истории развития астрономической картины мира с глубокой древности до наших дней. Четвертая глава посвящена рассказу об основном инструменте астрономов – телескопе. В пятой главе читателя ждет информация об основах механики космического полета. Все начинается с объяснения, что такое космические скорости и как тело может преодолеть притяжение Земли и других планет.

Заканчивается глава рассказом об особенностях траекторий полетов автоматических станций к планетам Солнечной системы.

В следующих шести главах читатель найдет подробную информацию о Солнце, Луне, планетах и малых телах Солнечной системы. Подробно объясняется, какие из описываемых явлений могут наблюдать любители астрономии. Главы с двенадцатой по пятнадцатую посвящены звездам. Они включают руководство для любителя наблюдений, обладающего небольшим телескопом, простой зрительной трубой или биноклем. Тринадцатая глава – путеводитель по звездному небу для наблюдателя, находящегося в различных географических областях и в разные времена года.

Три заключительные главы книги посвящены описанию Галактики и входящих в нее объектов. Подробно рассказывается, какими они предстают взору наблюдателя, обладающего лишь скромными средствами любителя астрономии. Завершается книга небольшим словарем и таблицами, содержащими современные данные о небесных телах.

Владимир Павлович Бармин

(к 90-летию со дня рождения)

В 1999 г. ракетно-космическая отрасль отметила 90-летие со дня рождения основоположника создания отечественных стартовых и технических комплексов, наземного оборудования для подготовки к пуску и запуску ракет, Генерального конструктора академика **Владимира Павловича Бармина**.

Талантливый конструктор и ученый В.П. Бармин родился 17 марта 1909 г. в Москве в семье служащего. С 1917 г. учился в реальном училище. Завершив в 1926 г. среднее образование, решил продолжить учебу в институте, подав заявление о приеме сразу в три вуза. Удалось сдать экзамены только в два. Владимира зачислили студентом в Ломоносовский механический институт и кандидатом в МВТУ им. Н.Э. Баумана. Так и учился весь первый семестр в двух учебных заведениях. После сессии освободилось место в МВТУ, и он оставил ЛМИ. В 1930 г. он закончил механический факультет МВТУ по специальности "холодильные машины и аппараты".

В тот же год был направлен на работу на завод "Котлоаппарат" (ныне "Компрессор"). В предвоенные годы В.П. Бармин принял активное участие в разработке компрессоров и холодильного оборудования для многих отраслей промышленности. За 10 лет работы он прошел путь от рядового инженера до главного конструктора завода. В декабре 1935 г. был командирован от завода в США на 5 месяцев в составе делегации советских инженеров для ознаком-

ления с компрессоростроением и холодильной техникой. Кроме основного задания, нарком тяжелой промышленности С. Орджоникидзе поручил ему познакомиться с производством домашних хо-



Академик В.П. Бармин (1909–1993 гг.)

лодильников (тогда они были большой редкостью) и получением прозрачного льда (у нас лед получался мутным). После возвращения из командировки В. Бармин составил подробный отчет с предложениями и рекомендациями, многие из них были учтены при разработке и выпуске новых компрессоров и холодильного оборудования. Владимиру Павловичу приходилось выполнять и особо ответственные задания, например, создание холодильной установки для мавзолея В.И. Ленина.

30 июня 1941 г. Владимира Павловича вызвали к наркому общего машиностроения П.И. Паршину. Перед В.П. Барминым была поставлена задача – срочно разработать техническую документацию для серийного производства образцов боевых артиллерийских установок реактивных снарядов. По имеющейся документации на опытные образцы установок в Реактивном научно-исследовательском институте, где они разрабатывались, организовать их серийное производство было невозможно. Для выполнения этого задания пришлось объединить два конструкторских бюро при заводе “Компрессор”, а В.П. Бармин был назначен начальником и главным конструктором образованного Специального КБ. С этого времени начинается история организации, ныне называемой КБ общего машиностроения. За время войны в СКБ завода “Компрессор” конструкторский коллектив под руководством В.П. Бармина разработал 78 образцов различных пусковых установок и их модификаций (названных в годы войны “Катюшами”), 36 из них были приняты на вооружение. Это оружие сыграло важную роль в победе. За его создание Владимиру Павловичу была присуждена Сталинская премия, его наградили орденами Ленина, Кутузова и Трудового Красного Знамени.

В 1945 г. он вошел в группу конструкторов ракетной техники, которых командировали в Германию для ознакомления с немецкой ракетной техникой. После возвращения из Германии в конце 1946 г. В.П. Бармин и коллектив конструкторского бюро в короткие сроки вместе с другими КБ и заводами созда-

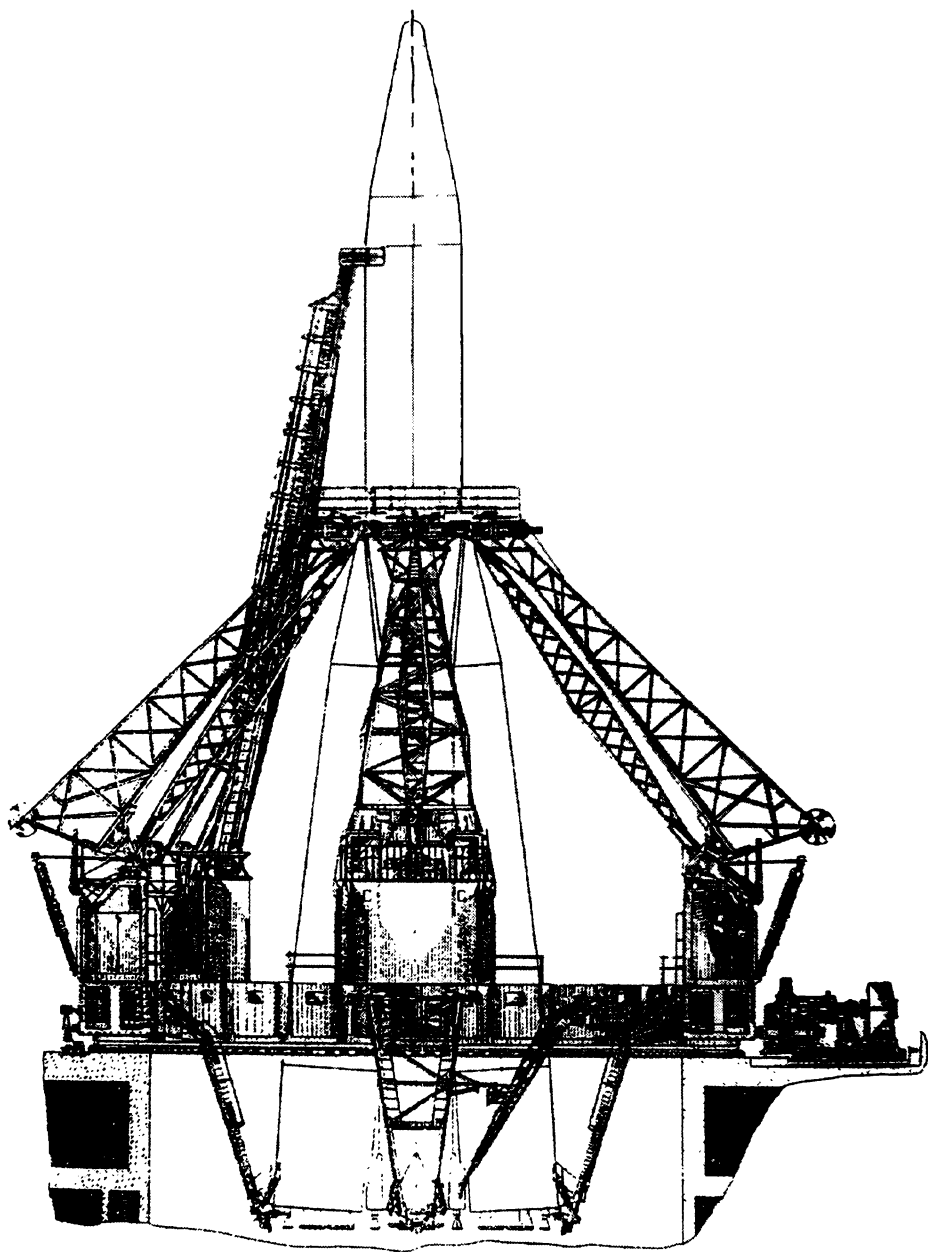
ли наземный стартовый комплекс для подготовки и запуска баллистических ракет дальнего действия. С его площадки была запущена первая отечественная управляемая баллистическая ракета.

В 1946 г. его назначают главным конструктором Государственного союзного конструкторского бюро специального машиностроения (ГСКБ Спецмаш), преобразованное из СКБ завода “Компрессор”. С этого времени во всем блеске развернулся инженерно-конструкторский, научный и организаторский талант В.П. Бармина.

С 1948 по 1964 г. в короткие сроки разрабатывались передвижные и стационарные стартовые комплексы для подготовки и запуска баллистических ракет военного назначения Р-1, Р-2, Р-11, Р-5, Р-5М и Р-9А (главный конструктор С.П. Королев), Р-12 и Р-14 (главный конструктор М.К. Янгель). Специалисты отмечали техническое совершенство этих комплексов, но особенно – ракетного комплекса Р-9А, обеспечивавшего полную автоматизацию всех процессов.

В ГСКБ Спецмаш под руководством В.П. Бармина вместе со смежными организациями была впервые в мире решена проблема запуска боевой ракеты из шахты. Успешно проведенные испытания на шахтной пусковой установке “Маяк” позволили разработать в 1959-63 гг. несколько подобных установок, что способствовало созданию “ракетного щита” нашей Родины. В 1963-65 гг. под руководством В.П. Бармина были созданы боевые стартовые комплексы для межконтинентальных баллистических ракет УР-100 (главный конструктор В.Н. Челомей). Позднее развертывалось строительство шахтных пусковых установок в составе системы противоракетной обороны Москвы, которые были приняты в эксплуатацию в конце 1990 г. в составе комплекса ПРО.

В 1957 г. на Байконуре была триумфально завершена работа по созданию наземного стартового комплекса для первой в мире межконтинентальной баллистической ракеты Р-7, разработанной под руководством академика С.П. Королева.



Стартовая система межконтинентальной баллистической ракеты Р-7 с опорными фермами и заправочной мачтой. Хорошо видно, как ракета удерживается собственным весом на фермах



При разработке этой стартовой системы специалисты столкнулись с трудностями, т.к. конструкция ракеты не позволяла использовать ранее применявшуюся для всех ракет схему старта, когда ракета устанавливалась на торец в пусковое устройство. Конструкторами было найдено оригинальное решение. Ракета Р-7 не устанавливается, а подвешивается в стартовой системе и удерживается на откидывающихся опорах под собственным весом до тех пор, пока тяга двигателей не выйдет на рабочий режим работы. Отвод опорных ферм происходит под действием силы тяжести противовесов, установленных снизу каждой фермы. Под подвешенной ракетой расположили глубокий проем в стартовом сооружении для отвода мощного потока газовых струй двигателей ракеты во время старта, значительно снижающий воздействие высоких температур и динамических нагрузок на корпус ракеты и элементы стартового комплекса. Простота конструкции, надежность и удобство в эксплуатации обеспечили комплексу долговечность. Стартовый комплекс, рассчитанный на 25 запусков, блестяще

В.П. Бармин и С.П. Королев с группой первых космонавтов на космодроме Байконур. 1963 г.

работает до сих пор! С этого комплекса были запущены первые спутники, межпланетные станции и пилотируемые корабли "Восток". В начале 1960-х гг. на полигоне Плесецк создали четыре таких же комплекса, а на Байконуре — еще один. До настоящего времени в оборонных, научных и прикладных целях с них было произведено более 1600 запусков ракет Р-7 (Р-7А) и ракет-носителей "Восток", "Восход", "Молния", "Союз".

В процессе работ над созданием стартового оборудования для различного типа ракет окончательно определилась головная роль фирмы В.П. Бармина в этой области. Была создана кооперация проектно-конструкторских и промышленных организаций. Благодаря авторитету и активной деятельности В.П. Бармина наладились прочные связи со многими машиностроительными министерствами и ведомствами, научно-исследовательскими институтами и заводами. В 1967 г. фирма В.П. Барми-

на получила новое название – КБ общего машиностроения (КБОМ).

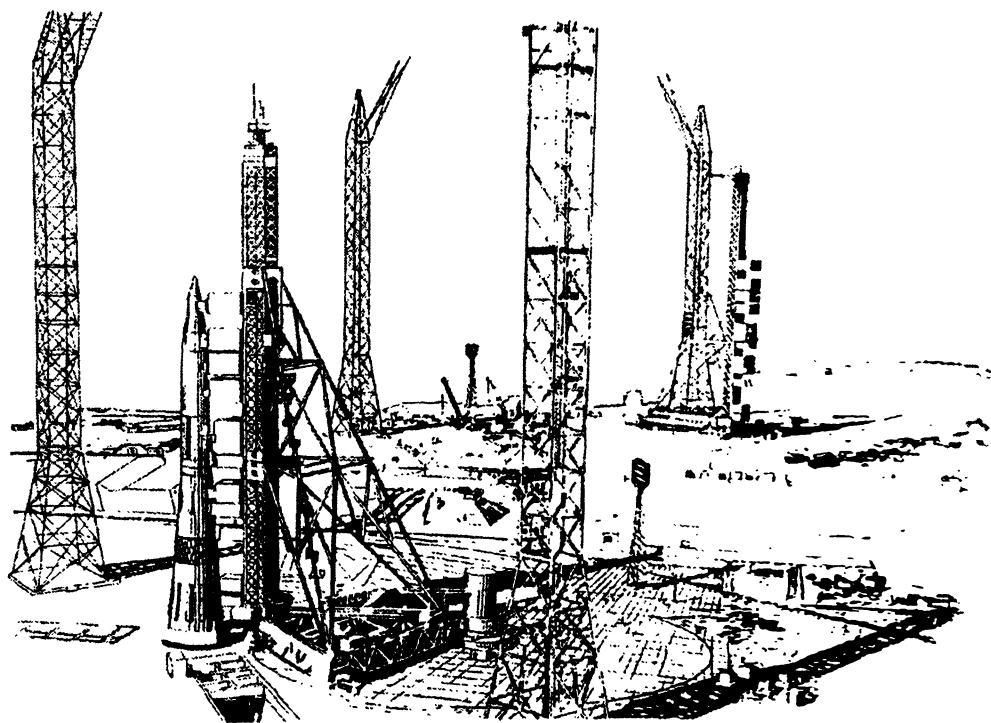
Менялся тип ракет-носителей, их габариты и масса, предъявлялись повышенные требования к их подготовке и запуску (время подготовки, безопасность работ, автоматизация). Это усложняло структуру, увеличивало состав и размеры стартовых комплексов. В 1960-80-е гг. под руководством В.П. Бармина создаются грандиозные стартовые комплексы для ракет-носителей "Протон", "Н-1" и "Энергия", выполняющие уникальные задачи.

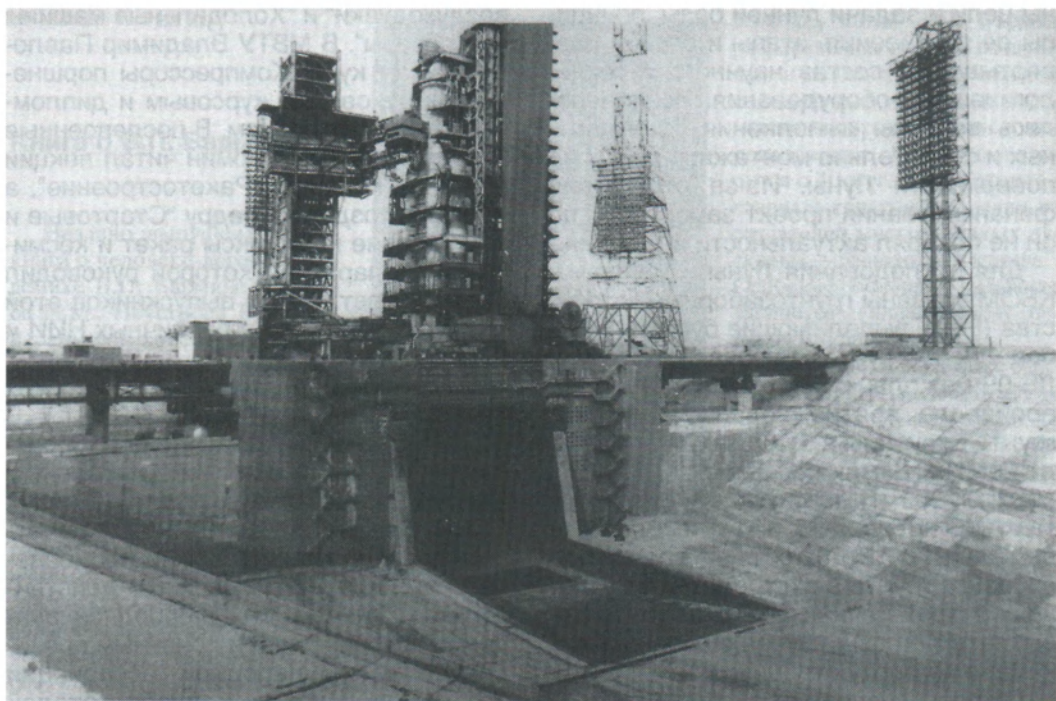
В 1962-65 гг. на Байконуре создается стартовый комплекс из двух пусковых установок для боевой МБР УР-500 В.Н. Челомея. В нем нашли отражение новые инженерные решения, обеспечивающие автоматизацию технологических процессов при установке, заправке, подго-

товке к пуску и запуске ракеты. В этом сооружении сделано все возможное, чтобы не подвергать опасности людей (специалисты на всех этапах работы с МБР находятся в укрытии). УР-500 позднее была модернизирована, став ракетой-носителем тяжелого класса "Протон". Она применяется в трех- и четырехступенчатом варианте для запусков тяжелых спутников, межпланетных аппаратов и пилотируемых станций. В 1978 г. на космодроме Байконур введен в эксплуатацию второй стартовый комплекс для РН "Протон" с двумя пусковыми установками. К середине 1999 г. с этих комплексов осуществлено более 260 запусков, в том числе АМС серии "Луна", "Зонд", "Марс", "Венера", "Вега" и "Фобос", орбитальных пилотируемых станций "Салют", модулей ОК "Мир" и Международной космической станции.

В 1964-69 гг. на космодроме Байконур создается колоссальный стартовый комплекс для сверхтяжелой ракеты-носителя "Н-1" с двумя пусковыми установками. Комплекс предполагали ис-

Стартовый комплекс ракеты-носителя "Н-1" для программы лунной экспедиции (1969 г.)





пользовать в программе запусков лунных экспедиций. Установщик ракеты высотой более 100 м приводился в движение двумя тепловозами на двух отдельных путях. Поворотная башня обслуживания ракеты имела высоту 145 м. Несмотря на большие расходы и подготовительную работу, лунная пилотируемая программа была закрыта в 1974 г. (Земля и Вселенная, 1993, № 5). После четырех испытательных запусков РН "Н-1" комплекс в дальнейшем не использовался.

Вершиной деятельности и триумфом В.П. Бармина стало создание в 1976-86 гг. грандиозного стартового комплекса для универсальной ракетно-космической системы "Энергия – Буран". Когда решался вопрос о ее размещении, Владимир Павлович настоял на реконструкции стартовых площадок РН "Н-1". Такое решение не было простым, но позволило сохранить огромный труд, вложенный в подготовку лунных экспедиций. Также в рамках этой программы был создан универсальный испытательный стенд-старт РН "Энергия", где проводились огневые испытания ракеты-носителя. Успешный запуск сверх-

Фрагмент стартового комплекса универсальной ракетной системы "Энергия – Буран" на космодроме Байконур. 1988 г.

тяжелой ракеты "Энергия" с этого стенда-старта состоялся 15 мая 1987 г. (Земля и Вселенная, 1987, № 6). Первый, и, как оказалось, последний удачный старт РН "Энергия" с кораблем много-разового использования "Буран" с основного стартового комплекса выполнен 15 ноября 1988 г. После двух витков вокруг Земли "Буран" произвел первую в мире посадку в автоматическом режиме недалеко от места взлета (Земля и Вселенная, 1989, № 2). Эти запуски подтвердили надежность работы уникальных агрегатов и систем сложнейшего наземного стартового комплекса, разработанного в КБОМ. К сожалению, программу использования РН "Энергия" в 1990-х гг. приостановили.

В 1970-80-х гг. группой конструкторов под руководством В.П. Бармина проектировалась долговременная лунная база, создавались разные виды исследовательского оборудования для нее. В процессе работы были определе-

ны цели и задачи лунной базы, принципы ее построения, этапы и стадии развертывания, состав научного и технологического оборудования. Исследовались вопросы выполнения транспортных и строительно-монтажных работ на поверхности Луны. Из-за отсутствия финансирования проект заморожен, но он не потерял актуальности и сегодня.

Для исследования Луны и Венеры в КБОМ созданы грунтозаборные устройства (ГЗУ), выполняющие бурение и отбор проб грунта. Буровая установка ЛБ-09 межпланетной станции "Луна-24" произвела взятие образцов лунного грунта с глубины 2,5 м, а затем доставила его на Землю 22 августа 1976 г. В 1982 и 1985 гг. на спускаемых аппаратах АМС "Венера-13 и -14" и "Вега-2" с помощью ГЗУ ВБ-02 осуществлен забор образцов грунта в экстремальных условиях в трех точках поверхности Венеры, затем он был изучен в специальной камере на борту станции.

Группой специалистов под руководством Владимира Павловича создавалось технологическое оборудование для получения неорганических материалов и биологически активных веществ "Зона" и "Сплав", применявшееся на борту пилотируемых станций "Салют-6 и -7" и спутниках "Фотон". Результаты этих работ использовались в других экспериментах и получили признание мировой науки.

В последние годы жизни В.П. Бармин работал также и в области конверсии военной промышленности. В КБОМ разработано оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственных продуктов.

В.П. Бармин занимался научной и педагогической деятельностью. Наряду с большой работой в КБОМ, он участвовал в подготовке молодых специалистов и ученых. С 1931 г. он преподавал в МВТУ на кафедре термодинамики, а с 1934 г. – на кафедрах "Компрессоры и

воздуходувки" и "Холодильные машины и аппараты". В МВТУ Владимир Павлович читал курс "Компрессоры поршневые" и руководил курсовым и дипломным проектированием. В послевоенные годы там же В.П. Бармин читал лекции на новой кафедре "Ракетостроение", а в 1959 г. создал кафедру "Стартовые и технические комплексы ракет и космических аппаратов", которой руководил более 30 лет. Сотни выпускников этой кафедры работают в различных НИИ и КБ.

В.П. Бармин – доктор технических наук (1959 г.), профессор (1960 г.). В 1958 г. его избирают членом-корреспондентом, а в 1966 г. действительным членом (академиком) Академии наук СССР. Владимир Павлович был почетным президентом Академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, действительным членом Международной академии астронавтики и почетным президентом Международной ассоциации ученых, инженеров и изобретателей им. Т. Эдисона, лауреатом Золотой медали им. В.Г. Шухова. Академик В.П. Бармин был бессменным председателем Комиссии Академии наук СССР по использованию энергоаккумулирующих веществ в машиностроении.

Многолетняя плодотворная деятельность и выдающиеся заслуги в создании ракетно-космической техники академика В.П. Бармина были неоднократно отмечены Родиной – в 1956 г. ему присвоено звание Героя Социалистического Труда, он награжден 10 орденами и 12 медалями. Ему присвоены Сталинская, Ленинская и три Государственных премии.

Память о В.П. Бармине увековечена в имени Конструкторского бюро общего машиностроения.

*И.В. БАРМИН,
доктор технических наук
начальник и Генеральный конструктор
КБОМ*

Книга о В.П. Бармине

Недавно выпущена первая книга о человеке-легенде, академике В.П. Бармине (Корнеев Н.М., Неустров В.Н. "Генеральный конструктор, академик Владимир Павлович Бармин (основные этапы жизни и деятельности)", М., издательский дом "Созвездие-4", 1999 г.). В ней прослеживается жизненный путь создателя отечественных наземных стационарных, передвижных и шахтных стартовых комплексов, обслуживающего оборудования для боевых баллистических ракет различных классов и ракет-носителей "Восток", "Протон", "Н-1", "Энергия" и др. Данные комплексы, сооруженные на всех полиго-



нах и космодромах нашей страны, до сих пор используются в военных, научных и прикладных целях. Книга написана на основе архивных материалов и воспоминаний специалистов ракетной техники.

Авторы рассказывают о

30-х гг., когда В.П. Бармин разрабатывал первые воздушные и газовые компрессоры и холодильные машины для домашнего и промышленного использования. Немного говорится о 40-х гг.: В.П. Бармин — главный конструктор, один из создателей многозарядных пусковых установок "Катюша". Особенно большое внимание уделяется послевоенному периоду его деятельности.

Многие из описанных фактов читателю не известны, так как работы В.П. Бармина до последнего времени были засекречены. Задачей книги является частичное знакомство с наследием одного из корифеев научно-технического прогресса.

Книга хорошо иллюстрирована, многие фотографии и схемы стартовых сооружений приводятся впервые. Издание предназначено для интересующихся историей развития ракетно-космической техники.

Информация

Внесолнечная планета на орбите, похожей на земную

Новая планета, обращающаяся вокруг звезды ι Нор (Йота Часов), найдена на Европейской Южной Обсерватории при наблюдениях на 1,4-м телескопе с помощью спектрографа высокого разрешения CES (Coude Echelle Spectrometer). Этот результат долговременной программы обследования 40 солнцеподобных звезд, проводимой с 1992 г. Для точных измерений лучевой скорости звезд была применена специальная техника. Луч света от звезды пропускался через газовый йодный фильтр, добавивший линии поглощения в регистрируемый спектр. Измерялись положения

линий поглощения звезды, меняющиеся из-за влияния невидимого спутника, относительно неподвижных линий йода, и удалось достигнуть точности измерений 14-17 м/с.

Звезда ι Часов (звездная величина 5,4^m, спектральный класс G0V) находится на расстоянии 56 св. лет. За 5,5 лет наблюдений получено 95 отдельных спектров звезды при экспозициях от 15 до 30 мин. Оказалось, что лучевые скорости меняются с периодом 320 суток (амплитуда $\pm$ 67 м/с). Длительный срок наблюдений потребовался из-за близости вычисленного периода к периоду обращения Земли. Астрономы хотели убедиться, что найденная зависимость действительно вызывается спутником звезды, а не следствие каких-либо побочных эффектов, вызванных вращением Земли вокруг Солнца.

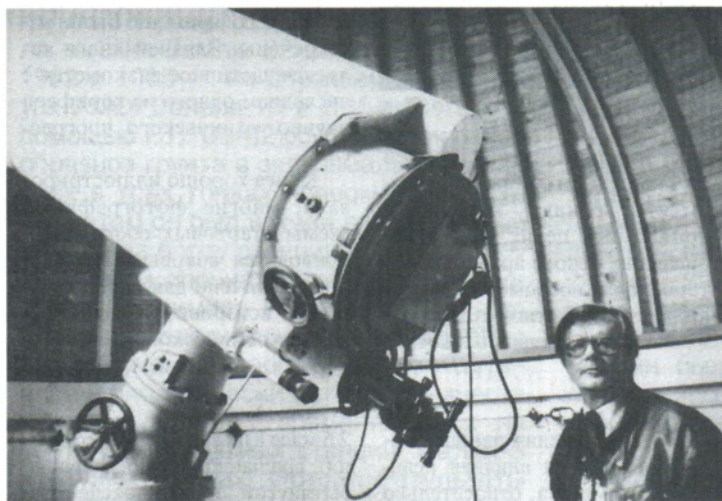
Теперь ясно, что звезда имеет спутник массой не менее

2,6 масс Юпитера (720 масс Земли), вращающийся по умеренно вытянутой орбите (эксцентриситет 0,16). Расстояния планеты от звезды варьируют от 0,78 до 1,08 а.е. (от 117 до 162 млн км). Из всех известных к настоящему времени внесолнечных планет она имеет орбиту, наиболее похожую на земную.

В вариациях лучевой скорости звезды остаются необъясненные составляющие. Они могут быть вызваны присутствием еще одной планеты либо повышенной активностью звезды, по-видимому, более молодой, чем Солнце. Поэтому намечено продолжить исследования, при этом спектрограф CES будет подсоединен к самому большому на обсерватории Ла Силья 3,6-м телескопу.

Пресс-релиз ЕЮО № 12/99
от 29 июля 1999 г.

Звенигородская обсерватория



В 1957 г. на **Астрономический совет АН СССР** (ныне Институт астрономии РАН) была возложена обязанность создать сеть станций наблюдений искусственных спутников Земли и координировать их работу. Такая сеть была создана очень быстро, ведь подготовка к этому шла еще до запуска первого ИСЗ. В нее были включены все астрономические обсерватории, станции наблюдений ИСЗ появились при всех университетах и многих педагогических институтах страны и, конечно, при самом Астро-

совете. Вначале сотрудники практиковались в наблюдениях спутников на обсерватории ГАИШ на Красной Пресне, а в 1959 г. станция переместилась за пределы Москвы, в район г. Звенигорода. Сначала она размещалась на бывшей территории Института прикладной геофизики у дер. Ново-Шихово (сейчас там Звенигородская станция Института физики атмосферы РАН). С 1964 г. находится на новом месте, на краю леса, напротив дер. Луцыно в 10 км от Звенигорода. Чистый лесной воздух, расположе-

ние к западу от Москвы навстречу преобладающему направлению ветров, отсутствие больших промышленных предприятий – все это необходимо для успешного проведения астрономических наблюдений. Организаторы станции – заместитель председателя Астросовета доктор физико-математических наук профессор **Алла Генриховна Масевич** и заведующий станцией, проработавший на этом посту 35 лет, кандидат физико-математических наук **Александр Маркович Лозинский**.

Звенигородская станция создавалась как экспериментальная для отработки методики наблюдений ИСЗ, разработки технических решений при конструировании новых приборов, а также для обучения наблюдателей других станций. Первые наблюдения спутников были **визуальными**. На станции применялись все более совершенные приборы и методы наблюдений, которые потом начинали применяться на других станциях, например, печатающие хронографы для регистрации времени

наблюдений. В 1962 г. было получено около 6000 засечек направлений на спутники. В 1961 г. начались **фотографические наблюдения** с помощью ночных аэрофото-съемочных камер, направленных теперь в обратную сторону, с Земли на небо. За два года было получено около 4000 фотографий различных спутников.

Наблюдения спутников ставят особые условия к астрономической аппаратуре. Регистрация слабых объектов достигается в астрономии двумя способами. Первый – увеличение диаметра объектива D , при этом проникающая сила растет $\sim D^2$. Второй – увеличение экспозиции. Применять его при наблюдениях спутников затруднительно, так как изображение спутника смещается в фокальной плоскости, и потому экспозиция ограничена временем, затрачиваемым на перемещение им своего двойного диаметра. Это время зависит от фокусного расстояния объектива $\sim F^{-1}$. Самыми эффективными оказываются объективы большого диаметра с малым фокусным расстоянием, которое все же не должно быть очень малым, чтобы не терять

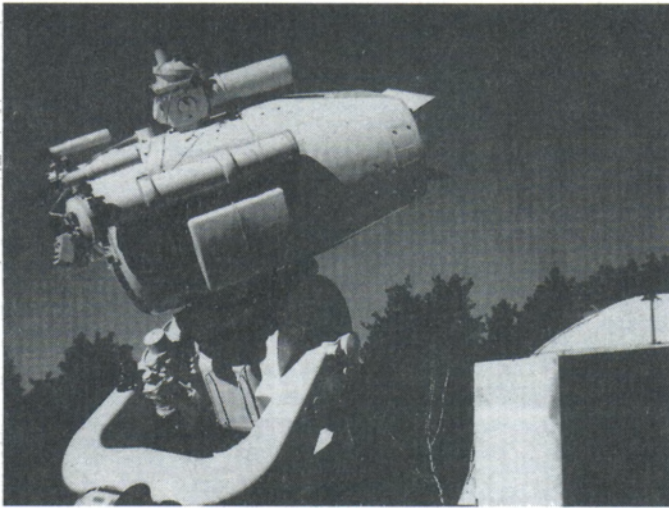


точности. Нужно большое поле хороших изображений. И нужна точная, до тысячной доли секунды, регистрация времени фотографирования.

Из существующих в начале космической эры фотокамер наибольшим параметром D^2/F и большим полем зрения обладали ночные аэрофото-съемочные камеры, применяемые ранее для военной разведки в комплекте с осветительными

бомбами. Но они не предназначались для точных картографических работ, и предварительные оценки точности определения координат небесных объектов с их помощью были неутешительны. На Звенигородской станции Астросовета были проведены **астрометрические исследования** объективов “Уран-9” ($D = 10$ см, $F = 25$ см) камеры Нафа-3с/25, самой массовой в применении в первые го-





ды наблюдений, и "Уран-16" ($D = 21$ см, $F = 74$ см) камеры Нафа МК-75. Выяснилось, что при хорошем знании аберраций (погрешностей) объективов и учете их при обработке достигаемая на этих камерах точность ($4''$ для Нафа-Зс/25 и $1,5''$ для Нафа МК-75, на порядок лучше ожидаемой) вполне достаточна для решения многих астрономических задач, связанных с наблюдениями ИСЗ.

Первые наблюдения ИСЗ принесли много совершенно неожиданной информации об атмосфере. Выяснилось, что она достигает высот в десятки раз больших, чем думали раньше. Ее свойства очень сильно меняются в зависимости от времени суток, времени года, а также от солнечной активности. Помимо того, что эти данные имели чисто научный интерес, они позволили гораздо лучше рассчитывать последующие запуски спутников и их орбитальное движение вокруг Земли.

В 1963-65 гг. доказали перспективность наблюдений ИСЗ для **геодезических целей**. В экспериментальных сеансах, организованных для этого, активное участие принимала Звенигородская станция. Методами **космической геодезии**, когда спутник наблюдается одновременно с различных пунктов, можно точно установить их взаимное положение и тем самым получить опорные пункты для составления карт местности. Здесь можно связать пункты, разделенные тысячами километров намного быстрее и дешевле, чем традиционными геодезическими методами, привязать океанические острова к единой геодезической сети, объединить в одну систему геодезические сети различных континентов и в качестве конечной цели выяснить точные размеры и форму Земли. Одним из основных опорных пунктов в этой, растянувшейся на годы, работе стала Звенигородская обсерва-

тория. Для этой работы была создана экспедиционная камера АФУ-75 (с объективом "Уран-16"), в конструкции которой предусматривался ряд специальных устройств для фотографирования разных типов ИСЗ.

Кроме оптических наблюдений в программах космической геодезии используются **лазерные дальнометры** **наблюдения ИСЗ** (измерения расстояний до спутников с помощью лазера). В 1976 г. прибор для этой цели установили в Звенигороде (Земля и Вселенная, 1977, № 5). Усовершенствования аппаратуры, методики наблюдений и обработки, проведенные сотрудниками станции, позволили значительно увеличить количество наблюдений и точность результатов.

За период активной работы различных астрономических программ и программ космической геодезии в 1968-88 гг. в Звенигороде получили свыше 10000 снимков спутников. Почти столько же получено сотрудниками станции при их работе на экспедиционных станциях оптических наблюдений ИСЗ, сеть которых создана Астросоветом по всему земному шару.

На протяжении всего периода активной работы по фотонаблюдениям ИСЗ в Звенигород поступали все материалы, отснятые на других станциях наблюдений. Здесь они

Сотрудники ИНАСАН: Н.С. Бахтигараев, заведующий станцией; Л.В. Рыхлова, заведующая отделом геодинамики; А.П. Колпаков, заместитель директора ИНАСАН и американский астрометрист Кай Стрэнд, директор Морской обсерватории в Вашингтоне. Сзади – лазерный спутниковый дальномер. 1995 г.

проходили сложную астрометрическую обработку, в конце которой в **Вычислительном центре** станции определялись точные координаты спутника и моменты времени наблюдений. К примеру, в 1973-77 гг. обрабатывалось в среднем около 1200 снимков в год. Самой трудоемкой частью было измерение негативов на координатно-измерительных машинах "Аскорекорд". Для облегчения работы и повышения точности измерений сотрудники станции разработали устройства для автоматического отсчета показаний приборов и ввода их в память ЭВМ.

Долгое время Вычислительный центр станции оставался главным ВЦ Астросовета, в нем работали сотрудники всех его отделов, в частности, большая часть численных расчетов звездной эволюции была выполнена в Звенигороде. Историю отечественной вычислительной техники можно проследить по смене вычислительных машин станции: БЭСМ-6, Минск-22, ЕС-1033, ЕС-1045 и,

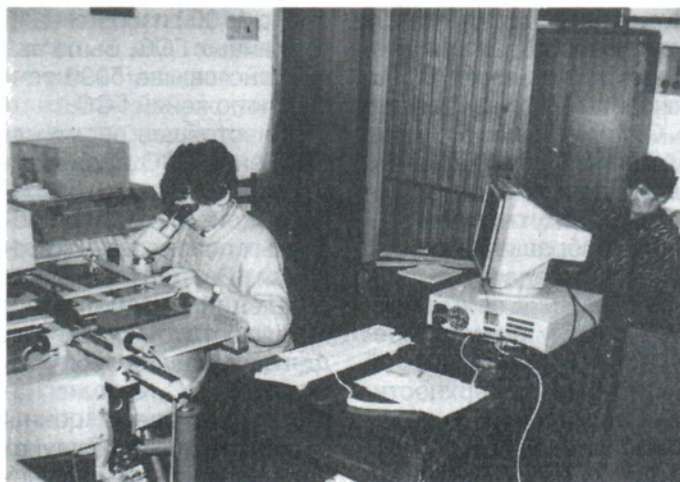


наконец, персональные компьютеры с объединенным банком данных.

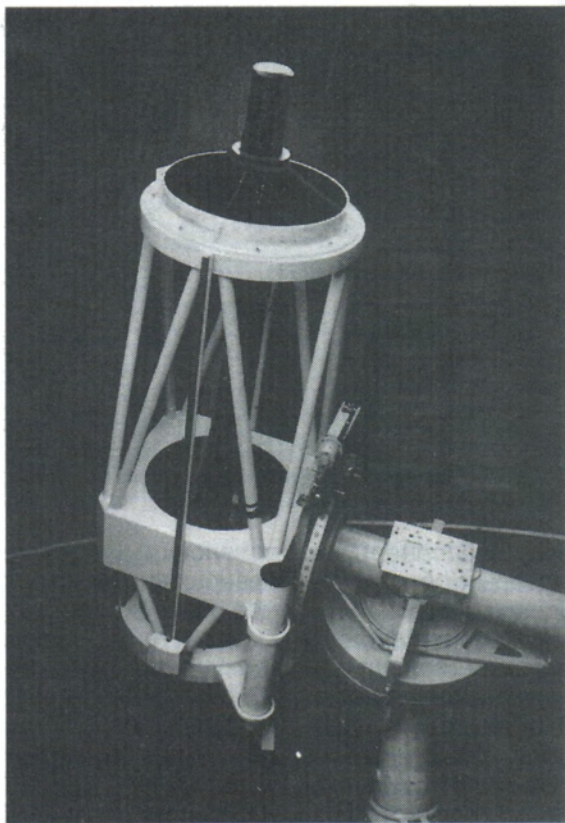
В 1971 г. вступила в строй самая большая в мире **спутниковая камера ВАУ** (Земля и Вселенная, 1998, № 3). Строительство башни началось в 1964 г., а пробные снимки получены в 1969 г. Громадный вклад в ее проектирование, отладку, разработку методики наблюдений и обработки снимков внес А.М. Лозинский.

Камера ВАУ (высоко-точная астрономическая

установка) получилась совершенно необычной. У нее менисковая оптическая система "Астродар" с фокусным расстоянием 70 см и диаметром главного зеркала 107 см. Фокальная поверхность сферическая, а фотографирование производится на фотопленку, натягиваемую на стол, повторяющий эту поверхность. Размер кадра 6×36 см (поле зрения $5^\circ \times 30^\circ$). При этом пленка и стол размещаются внутри вращающегося обтюраторного за-



В измерительной лаборатории. За "Аскорекордом" – В.И. Панферова. 1998 г.



60-см телескоп "К. Цейсс, Йена".
1999 г.

ту "космического мусора" – мелких обломков разрушенных спутников (Земля и Вселенная, 1993, № 6). Накопленный наблюдательный материал служит базой для составления каталогов положений и орбит ГСС. Длительные ряды наблюдений позволили проследить изменения орбит некоторых спутников за 10-15 лет, что дало ценную информацию для разработки теории движения ИСЗ.

Со временем тематика работ станции расширилась. Появились традиционные телескопы для наблюдений обычных в астрономии объектов, как то: звезд, планет, комет и т.п. В 1973 г. в новой башне с 8-метровым куполом установили **40-см астрограф** фирмы "К. Цейсс, Йена" с диаметром объектива 40 см, предназначенный для фотографирования неба на пластинках размером 30×30 см. Этот телескоп применяется в согласованных программах работ ряда обсерваторий по разнообразной астрономической тематике. На нем (как и на ВАУ) наблюдали кометы, в том числе три особо яркие, посетившие нас в конце XX века: Галлея, Хиякутаки, Хейла-Боппа. К настоящему времени на астрографе получено свыше 3000 снимков.

С 1995 г. работает первая в России станция **глобальной позиционной системы (GPS)**, включен-

твора. При наблюдениях слабых спутников камера движется со скоростью, совпадающей со скоростью их видимого движения. Диапазон скоростей велик, позволяя отслеживать как близкие, так и далекие ИСЗ. Для наблюдений последних камера в основном и применяется.

С помощью камеры ВАУ проводят массовые наблюдения **геостационарных спутников**, чей период обращения вокруг Земли совпадает с периодом вращения самой Земли. Поэтому они все время висят над одной и той же точкой поверхности, на расстоянии около 36000 км. Фотографирование геостационаров

полностью автоматизировано, весь процесс управляется службой времени камеры. В 1975-85 гг. на камере ВАУ получено около 3000 фотографий, на которых обнаружено около 14000 изображений различных ГСС. Было вычислено свыше 5000 точных положений ГСС.

В настоящее время наблюдения ГСС проводятся по специально разработанной методике обзорных поисковых наблюдений. За одну ночь наблюдений можно получить достаточно данных для вычисления орбит более 100 ГСС. Эти же наблюдения очень ценны при реализации международной программы по уче-



Сотрудники Астросовета на лыжной прогулке. В центре – А.М. Лозинский. 1975 г.

ная в оперативную сеть Международной геодезической службы. Теперь положение Звенигорода известно в Согласованной земной системе с точностью в несколько миллиметров и служит опорным эталоном для привязки региональных геодинимических сетей. В частности, станция использовалась в первом эксперименте (1996 г.) по согласованию спутниковых навигационных систем GPS (США) и ГЛОНАСС (Россия) (Земля и Вселенная, 1998, № 2). Работы, проводимые обсерваторией, тесно коор-

динированы с задачами других отделов Института астрономии, в первую очередь, отдела космической геодезии и отдела геодинамики и прикладной геофизики.

В настоящее время на территории Звенигородской обсерватории (так она была переименована в 1996 г.) есть лабораторный корпус и ряд подсобных помещений, башня ВАУ с откатывающейся крышей, башня астрографа (оба прибора подняты на 10-метровую высоту, чтобы запыленный приземный слой воздуха не мешал наблюдениям); павильон, в котором установлены четыре инструмента: две спутниковые камеры, лазерный спутниковый дальномер, фотографическая зенитная труба; две башни с 5-

метровыми куполами, в одной из них установлен 60-см зеркальный телескоп Московского городского Дворца творчества детей и юношества.

Обсерватория проводит большую работу по пропаганде научных знаний. Ежегодно ее посещает большое число экскурсий из окрестных школ и детских лагерей. Здесь проводятся ознакомительные и практические занятия со студентами МГУ, МГТУ, МИИГАиК, курсантами Академии им. Петра Великого. Большое внимание уделяется работе со школьниками из московских астрономических кружков.

*В.А. ЮРЕВИЧ,
кандидат физико-математических наук*

Как спасти школьную астрономию

Е.П. ЛЕВИТАН,

доктор педагогических наук,
действительный член РАЕН
и Академии космонавтики им. К.Э. Циолковского

Астрономия по величию своего объекта и по совершенству своих теорий является самым прекрасным памятником человеческого духа и проявлением самого высокого интеллекта

Пьер Симон Лаплас (1749–1827)

ПЕЧАЛЬНАЯ СУДЬБА

Ровно 35 лет назад в первом номере только что созданного долгожданного журнала “Земля и Вселенная” была опубликована моя статья “Какой быть школьной астрономии”. В ней (а затем и в кандидатской диссертации) автор пытался обосновать ныне принятую всеми точку зрения, согласно которой основное содержание школьного курса астрономии должны составлять мировоззренческие вопросы астрофизики, внегалактической астрономии, космогонии и космологии. Уже тогда многим было ясно, что обречены на неудачу усилия астрономи-

ческой общественности в лице Всесоюзного астрономического общества при АН СССР (ВАГО) добиться увеличения объема курса астрономии (и выделять на него не 1, а 2 часа в неделю). Очевидно, что в рамках “одночасового” курса практически невозможно с пользой для дела приобщить выпускников средней школы в равной степени и к “сферической астрономии”, и к элементам небесной механики, и дать им понятие о перечисленных выше областях астрономической науки. Проще всего было, как это обычно тогда делалось, превратить школьный курс астрономии в резко сокращенный курс

общей астрономии, читаемый студентам в высшей школе. Но трудно придумать что-либо хуже этой кажущейся простоты. Далеко не все профессора крупнейших университетов и ныне превращенных в “университеты” пединститутов хорошо знают возможности обычного школьного учителя, и тем более обычного ученика, интересы которого далеки от вопросов перевода солнечного времени в звездное и т.п. Но там, где нет интереса к “одночасовому” предмету, там нет и положительного эффекта от его преподавания: астрономию либо заменяли другим учебным предметом (чаще всего физикой), либо препода-



вали формально и практически безрезультатно.

Поэтому усилия тех, кто серьезно занимался разработкой теоретических и практических проблем методики преподавания астрономии в средней школе, были направлены на создание интересного для учащихся (и учителей!) содержания курса астрономии и разработку новых методов, приемов и средств обучения. В результате в последние годы появились учебники (раньше никакого выбора учителя и ученики не имели!), "рабочие тетради" к ним, научно-популярные книги и журналы (ведь теперь, кроме "Земли и Вселенной", есть, например,

"Звездочет"), слайды, диафильмы, видеофильмы, первые учебные компьютерные программы и т.д.

Из теоретических работ, имеющих значение для существенного улучшения преподавания астрономии, отметим следующие. Во-первых, это идеи гуманизации и гуманитаризации школьной астрономии (см. ряд статей в "Земле и Вселенной" и других журналах) и обоснование положения о том, что ликвидация астрономической безграмотности будет способствовать решению актуальной для нашего общества проблемы возрождения утерянной духовности (Мир образования, №№ 1 и 2, 1997). Во-вто-

рых, аргументация вывода о системообразующей роли астрономии в комплексе учебных предметов школы конца XX в. и начала XXI в. (Информатизация Вселенной, № 4 (5), 1997). В-третьих, новый ("клиентоориентированный") подход к отбору содержания учебного материала (Земля и Вселенная, № 5, 6, 1998) и, соответственно, акцентирование внимания методистов на максимальном использовании интереса учащихся к астрономии как мотива обучения не только данного, но и других предметов.

Положив все это в основу обучения студентов педагогических вузов, а затем и школьников, можно было надеяться,

что в обозримом будущем удастся наконец добиться ощутимых успехов в борьбе с вопиющей астрономической безграмотностью выпускников средней школы. Но вместо этого произошло совершенно другое: "Вселенная исчезла из школы" (Земля и Вселенная, № 6, 1998). Еще недавно астрономия была самостоятельным учебным предметом, еще недавно отметка по этому предмету включалась в документ об окончании школы, еще недавно учащимся даже предоставлялась возможность сдавать экзамен по астрономии, а сейчас **астрономия исключена из "базисного" учебного плана** и переведена (кстати говоря, почти негласно) в разряд "предметов по выбору". За что боролись и... чем все это кончилось?

Тридцать пять лет назад такое представлялось невозможным. Конечно, и тогда, на разных уровнях предпринимались попытки ликвидировать самостоятельный курс астрономии. Однако в то время (и в последующие несколько десятилетий!) удавалось противостоять подобным педагогическим "новациям". Сейчас вместо ВАГО есть АГО (Астрономо-геодезическое общество), существует и Евро-Азиатское астрономическое общество, а обязательного курса школьной астрономии, похоже, теперь нет...

САМЫЙ НЕПОДХОДЯЩИЙ МОМЕНТ

Формальным поводом для подобной акции стало, в частности, то обстоя-

тельство, что астрономия – "одночасовой" предмет. Решили, что от "одночасового" предмета пользы мало и поэтому не обратили никакого внимания на уже проведенную и проводимую работу по совершенствованию преподавания астрономии.

Конечно, по-человечески обидно, что люди, принимавшие решение о ликвидации школьной астрономии, элементарно пренебрегли практическими результатами многолетних трудов методистов и ученых в области методики преподавания астрономии. Но, пожалуй, значительно важнее другое: **сегодня для ликвидации астрономии как учебного предмета самое неподходящее время.** Я занимаюсь проблемами преподавания астрономии ровно **полвека**, но такого, что происходит сейчас, не помню. Такого до сих пор в нашей стране просто не было. Я имею в виду прежде всего то, что называю **беспрецедентным разгулом бессовестного мракобесия.** Когда читаешь и слушаешь российских астрологов, колдунов, целителей, "бабок", специалистов по разного цвета магиям и т.д. и т.п., то ловишь себя на мысли, что разум народа кто-то сознательно погружает в сон, в эдакий коллективный "сон разума". Ныне только ленивые средства массовой информации не пользуются услугами перечисленных выше специалистов. Их идеи непрерывно и настойчиво внедряются в

подсознание простых людей, чья образованность неотягощена даже самыми элементарными научными знаниями о Вселенной. А отсутствие "астрономического иммунитета" – благодарная почва для быстрого роста оккультных "семян". Кстати, "семян" космических. С астрологами, как говорится, все ясно, но целители, ясновидящие и многие их коллеги именно с Космосом связывают свою "мощную" энергию и неизмеримые "тайные знания".

Вспоминаю, какое тяжелое впечатление произвела на меня беседа с одним из предыдущих министров образования. Я ему изложил вкратце, о чем сейчас пишу, а он в ответ осведомился: "Разве это имеет отношение к преподаванию астрономии в школе?"... На этом наша беседа и закончилась...

Не менее тягостно было слушать выступление по каналу НТВ очередного "Героя дня". В конце июля 1999 г. телеведущая представила многомиллионной аудитории в качестве "героя" "известного астролога" (вряд ли имя этого господина известно кому-нибудь из ученых). Он, вещая в связи с приближением очередной даты "конца света", поведал, что, конечно, положение серьезное: 28 июля – лунное затмение, 11 августа – жуткое солнечное затмение, совпадающее с "крестовым положением" таких "зловредных" планет, как Марс, Сатурн и Уран ("подобное бывает раз в сот-

ни лет"). Правда, даже он сомневался, что завтра наступит конец света, но земные катаклизмы, включая июльскую засуху, он, разумеется, связывал с небесными знаменениями. Астролог поучал, как надобно людям себя вести, и даже сообщил, что, оказывается, Сатурн и Уран связаны с "новыми" и "старыми" деньгами (к вопросу о возможных финансовых катаклизмах?!)... Необходимо отметить, что все это происходит у нас на фоне печальной картины массового обнищания людей, дальнейшего роста цен на продукты и лекарства, ухудшения здоровья людей и сокращения средней продолжительности их жизни. В этих условиях многие готовы поверить кому угодно и во что угодно.

Между тем, мировая астрономическая наука успешно развивается. Новые гигантские телескопы, наземные телескопы новых технологий и космические телескопы непрерывно расширяют возможности наблюдателей. Это приводит к интереснейшим открытиям в разных областях науки о Вселенной. Но о них, как и о новых космических проектах, мало кто знает, в частности потому, что средствам массовой информации сейчас не до этого, а тиражи самых известных научно-популярных журналов ("Наука и жизнь", "Природа", "Земля и Вселенная" и др.) сократились по понятным причинам в десятки или даже в сотни раз. Кроме того, неизмеримо уменьши-

лись масштабы устной пропаганды достижений науки и техники. Достаточно вспомнить о множестве лекций по астрономии и космонавтике, которые прежде организовывало общество "Знание". И уж совсем чудовищно, что уже пять лет (!!!) не работает Московский планетарий, где, как известно, на протяжении многих десятилетий проводились циклы учебных лекций и работали замечательные астрономические кружки, из которых вышли многие известнейшие ныне астрономы. Оправдаются ли надежды и начнет ли работать Московский планетарий хотя бы в 2002 году? Впрочем, и сейчас талантливая молодежь может пробить путь в науку благодаря различным хорошо работающим кружкам, системам астрономических олимпиад и т.п. Но в этой статье речь идет не о единицах "умников и умниц", а о миллионах ребят, которых (по крайней мере формально!) лишили возможности получить систематизированные знания по астрономии в средней школе.

ЧТО ЖЕ ДЕЛАТЬ?

Можно грустно пошутить, сказав, что "первой" астрономическая общественность проиграла. Конечно, против неразумного решения можно и нужно протестовать. Необходимо добиваться восстановления курса астрономии, который, как мы доказывали многие годы, должен быть курсом, **завершающим есте-**

ственно-научное и философское образование выпускников средней школы, но... Но, к сожалению, в космический XXI в. и в космическое III-е тысячелетие российская школа вступит без предмета, который еще недавно назывался "астрономия".

Не сомневаюсь, что в некоторых "продвинутых" в отношении астрономии общеобразовательных школах этот предмет преподавать в выпускном классе все-таки будут. По-видимому, этим объясняется тот факт, что Москва поручила издательству "Просвещение" допечатать к 1999/2000 уч. году примерно 30 000 экз. второго издания моего учебника. Интерес к преподаванию астрономии не пропал (несмотря на аналогичные решения) и в некоторых наших бывших республиках, например, в Казахстане. Вероятно, список приятных исключений можно было бы продолжить, но очевидно, что он не решает проблему в целом. Школьная система остается достаточно централизованной несмотря на допускаемое сейчас разнообразие школ, форм и методов обучения, а иногда даже набора учебных предметов. Благодаря централизации школьной системы возможны внедрение и реализация базисного содержания обучения (и соответствующего **"стандарта образования"**). Ясно, что спасти школьную астрономию надо не вопреки базисному учебному плану, а опираясь на него.

Концептуальная позиция должна состоять в том, что на протяжении всего времени обучения в общеобразовательной школе (начиная с первого и заканчивая выпускным классом) следует реализовывать **систему целенаправленного непрерывного формирования астрономических понятий и тесно связанных с ними понятий космонавтики**. Практические пути могут быть разными и каждый из них необходимо стремиться использовать не формально, а с максимальным эффектом.

Во-первых, речь идет о разумном и грамотном (!) включении элементов астрономии в разные учебные предметы ("Окружающий мир", "Природоведение", "Естествознание", "География", "История", "Физика" и др.). Это сейчас делается, но недостаточно продуманно и довольно бессистемно.

Во-вторых, теперь придется попытаться по-новому подойти к идее интеграции физики и астрономии. Как известно, я не отношусь к числу сторонников этой идеи. Считаю, что в уже имеющихся "интегрированных" учебниках ("Физика и астрономия") она реализована не лучшим образом, однако можно было бы поискать неиспользованные резервы и новые подходы.

В-третьих, базисный план общеобразовательной школы открывает значительный простор для развития системы факультативных занятий. В своих статьях ("Земля и

Вселенная", "Физика в школе", "Начальная школа", газета "Физика" и др.) я пытался обозначить возможные контуры проекта авторской системы факультативов по астрономии (основываясь преимущественно на своих книгах для школьников разного возраста). Эта система предусматривает несколько концентров. **Первый концентр**, охватывающий начальную школу (трехлетнюю или четырехлетнюю), можно условно назвать "сказочным", потому что в нем дети приходят к научным знаниям "через сказку". Именно таков жанр моих книжек "Звездные сказки" ("Моя первая книжка по астрономии"), "Сказочные приключения маленького астронома", "Малышам о звездах и планетах" и расширенный вариант последней книжки, открывший серию "Занимательная наука" в издательстве "Дрофа" ("Алька в Солнечном королевстве", "Как Алька с гномами планеты считал", "Странствия Альки с друзьями по Млечному Пути"). Закончена подготовка рукописи еще одной книги – "Космические сказки" ("Моя первая книжка по космонавтике"). Все эти книги составляют **основу факультатива "Твоя Вселенная. Ч. I"**. Подчеркнутое слово означает, что на факультативных занятиях обязательно **должны использоваться детские книги и других российских и зарубежных авторов**. Предстоит разработать ме-

тодику проведения факультатива "Твоя Вселенная. Ч. I". Для этого понадобится продолжить начатую мной четыре года назад экспериментальную работу в московской негосударственной школе "Премьер", организовывать факультативы в других школах (разных типов!). На базе накопленного опыта учителя-экспериментаторы уже в ближайшие годы могли бы подготовить диссертационные исследования и принять участие в создании соответствующего методического руководства.

"Твоя Вселенная. Ч. II" – это факультатив для V-VI классов. В его основе – моя книга "Твоя Вселенная" (М., Просвещение, 1995), представляющая, по сути, первый опыт создания пропедевтического учебника астрономии, принципиально отличающегося от обычных учебных книг по астрономии для детей. Поэтому **второй концентр** системы факультативов по астрономии качественно отличается от первого и учитывает возрастные особенности детей.

Третий концентр (VII-VIII кл.) можно условно назвать "Познаваемая Вселенная" (я давно работаю над одноименной рукописью). В ней делается попытка доступно и увлекательно объяснить ребятам, как астрономы открыли Солнечную систему, Галактику, Метагалактику... В значительной мере это страницы истории открытия Вселенной.

Четвертый концентр (IX кл.) посвящается про-

блеме вездыхим цивилизаций ("Сущестуиут ли Жизнь и Разум вне Земли").

Пятый концентр (X-XI) – интегративный факультатив "Вселенная Человека". Программа этого факультатива, как и программа факультатива "Твоя Вселенная", утверждена Министерством общего и профессионального образования РФ и опубликована в сборниках программ Министерства образования и в журнале "Земля и Вселенная".

В настоящее время пока еще не решен вопрос, будет ли общеобразовательная школа 11-летней или 12-летней. В любом из этих вариантов астрономия как "предмет по выбору" может быть предложена учащимся либо в выпускном классе, либо – в ему предшествующем. Надо думать, что в тех школах, где хотя бы частично окажется реализованной предложенная система факультативов, найдутся желающие изучать астрономию как "предмет по выбору". Правда, учитывая разнообразие видов школ, пришлось начать работу над учебником **"Астрономия для гуманитариев"** ("Астрономия без формул"). Им, возможно, воспользуются те, кого физика и математика, мягко говоря, не интересуют.

ЕСТЬ ЛИ НАДЕЖДА?

За 35 лет издания журнала "Земля и Вселенная" в его разделе "Астрономическое образование" опубликовано немало материалов, включая дис-

куSSIONные (см. указатель статей "Земля и Вселенная", 1998, № 3). Данная статья также предмет для дискуссии. Можно согласиться полностью или частично с предлагаемым в ней проектом, можно (и очень желательно!) выступить с альтернативными предложениями. Главное, не ждать, пока все развалится окончательно, пока забудут и об астрономии как учебном предмете, и вообще о необходимости астрономического образования. Иными словами, нужен деятельный и конструктивный подход к спасению погибающей школьной астрономии.

Надежда на успех, конечно, есть. Ведь невозможно обучать детей в школе XXI века, игнорируя прогресс астрономической науки и достижения в области космонавтики. **Ибо более недопустимый отрыв школы от жизни просто трудно представить.** Следует помнить, что в грядущем веке космос самым естественным (а не "окультурным") образом войдет в повседневную жизнь людей, станет неотъемлемой частью их труда и быта, их мирных и (увы!) военных деяний. Астрономическая картина мира, будучи дополнена каскадом новых и во многом непредсказуемых открытий, станет столь грандиозной и прекрасной, что ознакомление с ней явится не только неистощимым источником удовлетворения любознательности, но и, если так можно

выразиться, эстетических потребностей людей. Тогда (в большей степени, чем сейчас) астрономию будут по праву считать **"второй наукой каждого"**, а основы такой науки совершенно необходимо изучать в общеобразовательной школе. Приятно слышать от молодых (и не очень молодых!) людей, некогда учившихся в школах, где я преподавал, что уже сейчас повседневная жизнь, работа, наука, творчество убеждают многих из них в том, что астрономия действительно становится "второй наукой каждого". Хочется надеяться, что со временем это в должной мере осознают руководители российской педагогической науки и дела народного образования. И тогда проблема выйдет далеко за рамки "второстепенного", да еще "одночасового" учебного предмета.

Уверен, что отношение к астрономическому образованию школьников будет пересмотрено в целом и осознана **системообразующая роль астрономии в комплексе основных учебных предметов.** Это станет вполне естественным ответом школы на требования жизни. А, впрочем, если сказать честно, то 35 лет назад мне и в голову не приходило, что сегодня придется писать статью "Как спасти школьную астрономию"...

Но чтобы не заканчивать статью на столь грустной ноте, предоставим слово классику астрономического просвещения

Камилю Фламариону: "Астрономия – это основа общего образования. Изучение ее не только не представляет никаких трудностей, но наоборот, доставляет удовольствие, которое все увеличивается, по мере того как мы ближе знакомимся с

чудесами мироздания...

Наука о звездах и планетах... воочию показывает, что без нее человек никогда не знал бы, какое место он занимает во Вселенной; поэтому изучение ее, даже в элементарном виде, необходимо для каждого, кто хочет

стать образованным человеком". Не согласиться с этим невозможно, но подвергнуть сомнению слова о том, что изучение астрономии "не представляет никаких трудностей", по-моему, совершенно необходимо...

Фото Н.В. Станчу

Информация

Статистика новых астрономических объектов 1998 г.

Центральное бюро астрономических телеграмм (Комиссия № 6 Международного Астрономического Союза) и Центр малых планет (Комиссия № 20 МАС) опубликовали отчет о своей деятельности в 1998 г. Бюро выпустило 278 циркуляров МАС с информацией об открытиях новых объектов, больше, чем когда-либо ранее. Главная причина – резко увеличившееся в 1998 г. число открытий сверхновых и комет.

Количество сверхновых достигло 158. Еще 29 найдены на снимках прошлого года и более ранних. Примерно четверть из них были слабее $22,5^m$, две – рекордно слабые ($26,8^m$), три – ярче (12^m). Галактических новых звезд открыто четыре.

В 1998 г. обнаружено 46 новых комет. Были переоткрыты также пять периодических комет. Еще пять найдены на снимках 1997 г., все по данным приборов спутника "SOHO" (Solar and Heliospheric

Observatory). Всего же приборы "SOHO" в 1998 г. зарегистрировали 16 новых комет до прекращения работ из-за неисправности аппаратуры 24 июня. (Работа "SOHO" возобновлена 18 февраля 1999 г.) Все кометы, кроме двух, – члены семейства комет Крейца, разрушающиеся при прохождении перигелия, который находится слишком близко к Солнцу. Только одна из них, комета C 1998 J1, наблюдалась с Земли.

Особое внимание в отчете Бюро уделено астероиду 1997 XF11. Сообщение, что в 2028 г. этот объект должен пройти близко к Земле, в нескольких десятках тысяч километров, было неправильно понято – как информация о реальной угрозе столкновения его с Землей. Между тем, главной целью публикации этого результата, рассчитанного по наблюдениям только на трехмесячном участке орбиты, было привлечь внимание к дальнейшим наблюдениям этого астероида и вызвать интерес к поискам его прошлых наблюдений. Действительно, вскоре его обнаружили на снимках 1990 г. Эти данные позволили уточнить орбиту и установить, что в 2028 г. астероид 1997 XF11 пройдет вдвое дальше Луны, на вполне безопасном расстоянии.

При первом обнаружении новые малые планеты получают временное обозначение, а в дальнейшем, когда орбита будет определена достаточно точно, им дается постоянный номер (или имя) в каталоге. Обычно это происходит после наблюдения астероида в двух-трех оппозициях. Центр малых планет сообщает, что в 1998 г. 1701 астероид, рекордное число, получил постоянные обозначения (в 1997 г. – 758).

Отмечается успех программы "LINEAR" (Lincoln Laboratory Near-Earth Asteroid Research), предназначенной для поиска и наблюдений объектов, сближающихся с Землей. Таких потенциально опасных объектов обнаружено 55. Они добавились к 104 известным ранее (с 1932 г.).

В 1998 г. открыто 15 транснептуновых объектов – ТНО (пояс Койпера), включая четыре, обнаруженные на снимках 1997 г. Только пять наблюдались во второй оппозиции, увеличив тем самым до 45 полное число ТНО, наблюдавшихся в двух и более оппозициях (в это число входит и Плутон). Выяснилось, что два объекта пояса Койпера находятся в резонансе 1:2 с Нептуном.

Информационный
буллетень МАС, 1999, № 84,
июнь

За мифом об Атлантиде – реальность

А.М. ГОРОДНИЦКИЙ,
академик РАН
Институт РАН им. П.П. Ширшова

Минуло более 10 лет с тех пор, как во время океанографической экспедиции на судне “Витязь” на плоской вершине подводной горы Ампер в Северной Атлантике были обнаружены странные сооружения, напоминающие рукотворные стены. Это открытие было сенсационным, но постепенно о нем забыли. Тайна загадочных объектов, найденных на вершине горы на глубине не более 100 м от уровня океана, так и осталась нераскрытой. Это заставляет снова и снова перечитывать диалоги Платона, которые более двух тысячелетий беспокоят человечество (Земля и Вселенная, 1966, № 2).



Легенду об Атлантиде Платон изложил в диалогах "Тимей" и "Критий", утверждая, что воспользовался сведениями, взятыми у **Солона** (его прадеда по материнской линии), афинского законодателя и государственного деятеля, почитавшегося в Древней Греции как "мудрейший из семи мудрых".

Почти 10 лет Солон путешествовал по странам Средиземноморья и побывал в Египте, где был с почетом принят в древней столице Саисе. Во время посещения им храма богини Нейт жрецы сообщили, что **9 000 лет назад в Афинах существовало могучее государство**. В то же время в Атлантическом океане за Геркулесовыми Столбами располагался большой остров Атлантида. "С него, — писал Платон, — открывался пловцам доступ к островам, а с тех островов — ко всему противлежащему материку, которым ограничивалось то истинное море".

На острове, как повели жрецы Солону, существовало некогда грозное государство, представлявшее собой союз царей, которым принадлежала власть над многими островами и странами. В те времена атланты владели всей Ливией (Северной Африкой), вплоть до Египта, и Европой до Апеннинского полуострова. Как сообщается в "Тимее", в результате страшных землетрясений и потопов, "в один день и бедственную ночь" древний

эллинский город **Праафины** "разом провалился в землю", а **остров Атлантида весь погрузился в море**. На месте, где был остров, всплыла "окаменелая грязь", море стало несудоходным.

В другом диалоге в роли источника информации выступает внучатый племянник Платона Критий-младший. Здесь подробно изложена мифологическая история о том, как Посейдон создал государство Атлантиду. А главный его город, судя по описанию, был крупнейшим портом древнего мира. В его огромной гавани размещалось более 1200 кораблей. Акрополь города, где располагался храм Посейдона и царский дворец, окружали три концентрические рва с водой. Весь центральный остров был обнесен каменными стенами, соединявшимися мостами с башнями и воротами.

Обращает на себя внимание важная деталь: камень для стен трех цветов — белого, черного и красного — добывался на месте. Как отмечал ученый и писатель Н.Ф. Жиров в книге "Атлантида", вышедшей в 1961 г., подобный строительный материал всех трех цветов встречается на **Азорских островах** — это вулканические туфы, хорошо поддающиеся обработке.

Древние, как правило, использовали при возведении городов естественные черты природного ландшафта. Наличие на острове трехцветного вулканического туфа и источников с холодной и

горячей водой (термальных источников, характерных для вулканов) подтверждает, что город располагался в **древнем кратере**.

Замечательная особенность главного города Атлантиды — его круговая планировка. Улицы города располагались радиально, по направлению стран света и имели закругленные углы перекрестков, а стены и каналы образовывали концентрические окружности. По мнению Н.Ф. Жирова, традиция строительства городов по кольцевой системе была, скорее всего, связана с культом Солнца.

Интересно приведенное в "Критии" описание природы Атлантиды, где, в частности, рассказывается о таинственном дереве, которое давало "и питье, и пищу, и мазь". Комментируя Платона, многие исследователи считают, что это дерево более всего соответствует кокосовой пальме. Это указывает на то, что острова находились **южнее 25° с.ш.**, где в Атлантике растет кокосовая пальма.

Особенно следует отметить в описании Платона обработку металлов. Ведь в эпоху гибели Атлантиды человечество находилось еще в мезолите. Человек владел тогда каменными орудиями труда и был знаком всего лишь с луком и стрелами, занимался охотой и собирательством, прибрежным рыболовством. Лишь через несколько тысячелетий он познакомится с природными металлами и методами их холодной об-

работки! А в Атлантиде, если верить Платону, уже знали секрет выплавки “орихалка” – медного сплава, близкого, по-видимому, к латуни. (Заметим, что это вовсе не выдумка Платона, упоминания о сплаве есть у Гомера и других античных авторов.)

ФАКТ ИЛИ ВЫМЫСЕЛ?

Критиков у Платона было немало. Первый среди них – его ученик, знаменитый философ **Аристотель**. Дело в том, что общественное и государственное устройство, описанное в “Тимее”, слишком напоминает “идеальное государство” Платона. Аристотель считал, что описание Праафинского государства и Атлантиды, а также история их войны выдуманы Платоном для обоснования своих философских взглядов. Однако сам Платон в диалогах не менее четырех раз прямо заявляет, что история эта – подлинный исторический факт.

Но до сих пор никакие источники, послужившие основанием для легенды об Атлантиде, так и не найдены – нет ни записей, которые цитирует Платон, ни следов самой Атлантиды. Это более чем странно, учитывая, что в течение долгого времени Атлантида якобы имела связи с древним Египтом и Афинами.

ЗАГАДОЧНЫЕ ГУАНЧИ

Прямых доказательств существования Атлантиды нет, но есть некоторые интересные косвен-

ные данные. К их числу, прежде всего, относится загадка **древнего населения Канарских островов – гуанчей**.

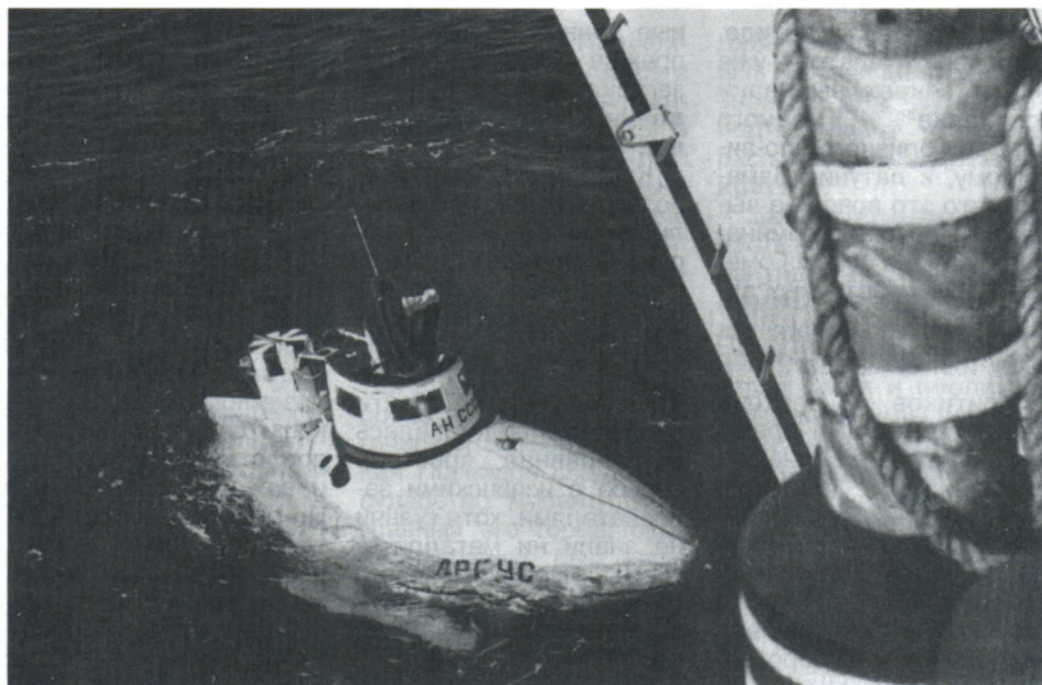
Когда к началу XV в. испанцы впервые прибыли на Канарские острова, они обнаружили там многочисленное местное население. Аборигенов они называли берберским словом “гуанчи”, что означает “уроженцы”. Почти столетие продолжалась их неравная яростная борьба с испанскими завоевателями, хотя гуанчи не знали ни металлического, ни огнестрельного оружия. И все-таки, чтобы захватить маленькие Канарские острова, испанцам пришлось потратить не меньше времени, чем для покорения огромного южноамериканского материка. В результате через 150 лет после начала завоевания островов на них не осталось ни одного чистокровного гуанча.

На острове Гран-Канария, где автору удалось побывать дважды, еще можно обнаружить немногие следы былого обитания этого удивительного народа. Уцелели пирамидальные захоронения, сложенные из больших необработанных камней, или каменных насыпей, напоминающих невысокие терриконы.

Как попали на Канарские острова люди, до сих пор неизвестно. Гуанчи не были знакомы с мореплаванием, не имели лодок и плотов и даже не умели плавать. Между тем, среди них выделялось несколько этнических групп. Основное на-

селение – высокие сильные люди ростом более двух метров с голубыми глазами и светлыми волосами. Они похожи на кроманьонцев, которые появились в Европе и Северной Африке около 30 тыс. лет назад. Меньшую часть населения составляли черноволосые низкорослые люди, похожие на тех, что населяют средиземноморские берега в наши дни, а кроме них – представители монголоидной и негроидной рас. По мнению многих атлантологов, гуанчи, вероятно, – **потомки атлантов**, а Канарские острова – последние остатки Атлантиды. Если это так, то следует с большим доверием относиться к текстам Платона. Надо иметь в виду, что, как считал российский историк Н. Эйдельман, психология древних греков сильно отличалась от психологии современных людей, и их легенды во многом основываются на реальных событиях. Хорошо известно, что немецкий археолог-любитель Г. Шлиман, поверив Гомеру, нашел Трою. Родовые отношения для древних греков были священными, и вряд ли Платон мог позволить себе приписать явные небылицы такому уважаемому предку, как Солон.

Благодаря работам наших историков, археологов и лингвистов, мы сейчас знаем историю древнего мира гораздо лучше, чем древние греки или римляне. И все же историки пока не могут дать исчерпывающего ответа



на вопрос, существовала ли на самом деле Атлантида или же это миф?

Может быть, ответить способны геологи? Ведь это их дело – выяснить, существовал ли в последлениковое время в Северной Атлантике микроконтинент или большой архипелаг, который опустился в океан. Не могут ли следы Атлантиды быть обнаружены на подводных горах?

С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ГЕОЛОГА

В последние годы получила распространение гипотеза, будто Атлантида находилась не в Атлантике, а в Восточном Средиземноморье, на одном из островов вблизи Крита. Так, авторы книги "Атлантида. За легендой – истина" (1983 г.) А. Галанопулос и Э. Бекон считают, что Атлантида – это **Крито-Минойская держава** и что катастрофа

случилась не за 9000 лет до посещения Солоном Египта, а всего за 900 лет.

Действительно, в Эгейском море, неподалеку от Крита, существовал в древности остров; то, что от него осталось, известно теперь под названием остров Тира. Подводные исследования, проведенные акванавтами под руководством Жака Ива Кусто (Земля и Вселенная, 1998, № 2), обнаружили под водой обломки затонувших судов, залежи старинных амфор и других предметов. По данным археологов и морских геологов, древний город на острове мог погибнуть в результате чудовищного извержения вулкана **Санторин** около 1500 г. до н.э. Именно с этим извержением связывают в греческой мифологии **Девкалионов потоп**. После извержения Санторин раскололся на

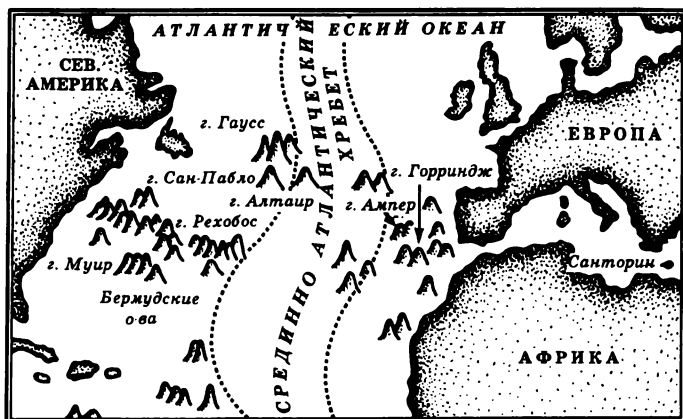
Погружаемый аппарат "Аргус" уходит в глубины Атлантики над подводной горой Ампер, где предполагается обнаружить следы Атлантиды. Экспедиция на научно-исследовательском судне "Витязь". 1984 г. Фото А.М. Городницкого

части и погрузился в море.

Все это так, но Платон ясно указал, что Атлантида располагалась "по ту сторону Геркулесовых Столбов", т.е. в Атлантическом океане! Может быть, на Санторине погибла не Атлантида, а противостоящее ей Прафинское государство? Так Атлантиду следует все-таки поискать в Атлантике?

Чтобы ответить на этот вопрос, обратимся к **геологии океанского дна**. Когда господствовали представления о неизменности положения зем-

Гора Ампер в Атлантическом океане, на вершине которой обнаружено подобие искусственных сооружений. В этом же районе располагается легендарная страна Хосшу ("Подкова"). Зарисовки А.М. Городницкого



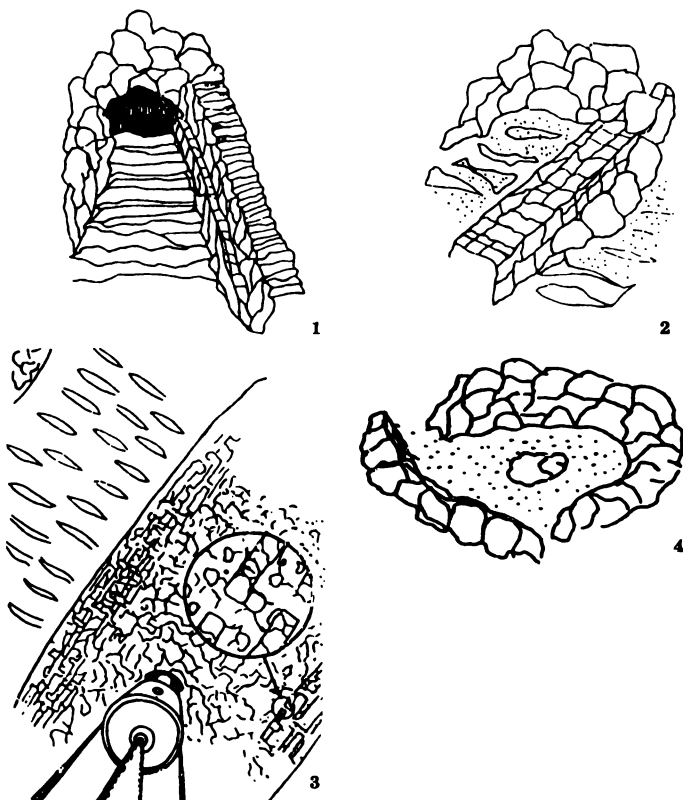
ных континентов, легче жилось и атлантологам, ибо предполагалось, что океанские впадины возникли при опускании отдельных блоков литосферы. Но если могли быть резкие опускания целых континентов, то вроде бы легко объяснить причины гибели Атлантиды.

Увы! Многие сегодняшние факты указывают на то, что в океане нет погруженных участков континентальной коры. Это, на первый взгляд, противоречит существованию Атлантиды. Однако не надо торопиться. Континенты ведь действительно не могут погружаться. А архипелаги? Проведенные нами исследования убедительно показали, что подводные горы **Ампер** и **Жозефин** были когда-то островами. И весь подводный хребет Подкова, в состав которого они входят, тоже, возможно, когда-то возвышался над поверхностью моря. А острова могли бы быть обитаемы. Весь вопрос в том, когда и почему они ушли под воду.

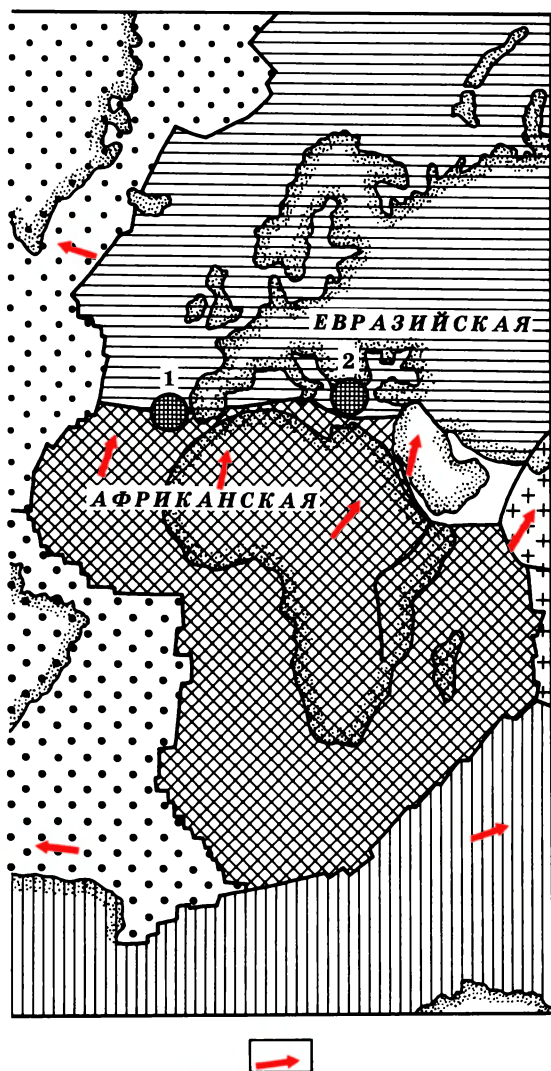
Бывшие острова Ампер и Жозефин погружались с очень большой скоростью. Но такие же следы быстрого погружения обнаружены американскими геологами, изучавшими несколько лет назад

плосковершинную гору Атлантис, тоже входящую в систему Подкова. Еще 12 тыс. лет назад она была островом.

Значит, острова, входящие в систему Подкова, затонули катастрофи-



Развалины на вершине подводной горы Ампер (по данным зарисовок и фотографий автора). 1 — прямоугольник и пещера; 2 — вертикальная "стенка", 3 — вид "стенки" сверху; 4 — овальная циркообразная депрессия (диаметр — около 40 м)



Движение литосферных плит и предполагаемое местоположение Праафинского государства и Атлантиды, погибших около 1 500 лет назад:

стрелки показывают направление движения литосферных плит; 1 – место гибели Атлантиды; 2 – место гибели Праафинского государства

ком полуострове – геологи нашли остатки двух океанских вулканов. Горные конусы сорвались с ушедшей вниз океанской плиты и “впечатались” в берег. Вся эта огромная полоса, протянувшаяся на юг до Новой Зеландии, называется “огненным кольцом” Тихого океана. Не случайно здесь происходят многочисленные извержения, грозные землетрясения постоянно тревожат жителей этих мест, а безжалостные волны цунами обрушиваются на побережья.

Похожая картина могла бы наблюдаться и при “закрытии” **древнего океана Тетис**. Известно, что на Кипре сохранился остаток ложа древнего Тетиса, который был выдвинут наверх, когда африканская плита навалилась на юг материка Европы, сминая его край, а большая часть дна Тетиса вместе с островами ушла в глубину. Катастрофические извержения Санторина, Везувия, Этны – все это следствия смыкания берегов Тетиса.

Платон пишет, что катастрофа произошла одновременно на всем Средиземноморье. Можно предположить, что при извержении вулкана Сан-

чески быстро, а это никак не могло произойти при простом утолщении океанской литосферы. Вот и в описании Платона (если ему, конечно, верить) говорится, что гибель Атлантиды произошла “в один бедственный день и в одну-единственную ночь”.

А что, если посмотреть на все это с позиции **теории литосферных плит** (Земля и Вселенная, 1995, № 5)? Там, где пли-

ты сталкиваются, более тонкая и глубоко погруженная океанская литосфера ломается и “ныряет” под континентальную, унося в глубины на своей “спине” океанские острова. Такая картина наблюдается сейчас в Тихом океане, дно которого со скоростью около 5 см в год (!) пододвигается под край Азиатского континента.

На восточной оконечности Камчатки – Кроноц-

торин в Эгейском море на востоке погибло Пра-афинское государство и все эллинское войско. На западе, с другой стороны Геркулесовых Столбов, в результате той же катастрофы раскололся и погрузился в воду огромный архипелаг, протянувшийся от Азорских островов до Гибралтара. Вместе с ним "утонула" и Атлантида.

Чтобы решить многовековую загадку древнейшей цивилизации, надо продолжить изучение подводных гор Азоро-Гибралтарской системы. Прежде всего следует выяснить, возвышалась ли эта огромная горная страна над поверхностью океана и когда она погрузилась? Вопрос очень важный. Ведь если время погружения совпадает со временем извержения вулкана Санторин, то именно здесь могла погибнуть Атлантида!

Надо сказать, что А. Галанопулос и Э. Бэкон, приводя данные о геологии Атлантического океана и Средиземного моря, опирались на устаревшие "фиксистские" представления о формировании океанов, отвергнутые современной наукой. Так, ошибочны выводы авторов, что в Атлантическом океане якобы нет затонувших островов (к настоящему времени их найдено несколько десятков). Неверно также утверждение, что "с точки зрения геофизики, Атлантида не могла находиться в Атлантическом океане". На самом деле, именно с **точки зрения геофизики, Атлантида могла на-**

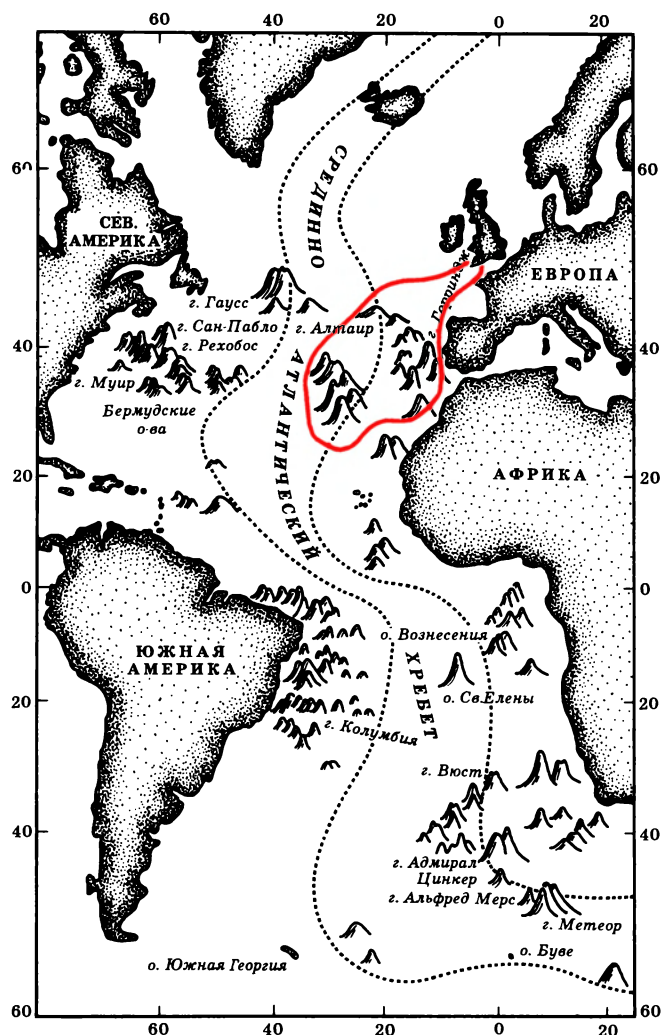
ходиться в Северной Атлантике, в районе утонувших островов Хосшу. Там проходит граница между Африканской и Евразийской плитами, вдоль которой обнаружены гигантские трещины, происходят частые и разрушительные землетрясения, а огромные тепловые аномалии свидетельствуют о высокой тектонической активности.

Что касается даты гибели легендарной Атлантиды, то она действительно совпадает со временем извержения вулкана Санторин – около 1500 лет до н.э. Однако это чудовищное извержение, уничтожившее крито-минойскую культуру, было, по нашему мнению, не причиной, а следствием **катастрофического столкновения плит** по линии закрывшегося палеоокеана Тетис, от которого осталось лишь Средиземное море. На острове Кипр, на вершине горного массива Тродос, геологи нашли остатки древней океанической коры, закинутой силами сжатия из глубин океана на высоту более 2 км над уровнем моря. По всей линии границы между плитами в историческое время не раз возникали землетрясения и вулканические извержения. Взрыв и катастрофическое извержение вулкана Санторин стали, видимо, следствием такого сильнейшего сжатия, которое на атлантическом участке границы между плитами привело к погружению и гибели некогда могучей островной державы.

Время этого гигантского катаклизма, равного которому не знала человеческая история, косвенно может быть определено по легендам и мифам древних народов, в той или иной степени отразивших эту катастрофу, захватившую все страны Средиземноморья и архипелаги "по ту сторону Геркулесовых Столбов".

Прежде всего, это Девкалионов потоп, опустошивший все побережье Восточного Средиземноморья от Сирии до Апеннинского полуострова. О нем неоднократно упоминается в древнейших записях на глиняных табличках, найденных на месте древнего порта Угарит, разрушенного землетрясением и огромными волнами около 1370 г. до н.э. Этот потоп древние эллины связывают с именем царя Девкалиона, родившегося в 1573 г. до н.э. и начавшего свое правление в 1541 г. до н.э. По мнению А. Стажериса, Девкалионов потоп произошел около 1529 г. до н.э. Как видим, эти даты, достаточно близкие, примерно соответствуют тому времени, когда на востоке началось гигантское землетрясение, вызвавшее катастрофический взрыв Санторина и волны цунами, обрушившиеся на берега Средиземного моря.

Девкалионов потоп совпал по времени с **исходом евреев из Египта**, описанным в Библии и датированным примерно 1495 г. до н.э. Несколько лет назад Дж. К. Беннет, директор



Атлантический океан со Срединно-Атлантическим хребтом и предполагаемые контуры погружившейся в океан Атлантиды, по данным геологов

этого могут быть “кровавые” дожди из красного песка. Да и сама “тьма египетская”, очевидно, вызвана тучами вулканического пепла, закрывшего Солнце после взрыва вулкана Санторин на несколько дней.

Обращает на себя внимание тот немаловажный факт, что Моисей вел свой народ, ориентируясь днем на столб дыма, а ночью – на столб огня. Это очень похоже на картину гигантского длительного вулканического извержения, каким и было в действительности извержение вулкана Санторин. Особого интереса заслуживает легенда о гибели в морской пучине фараонова войска, посланного вдогонку за беглецами. Как упоминают А. Галанопулос и Э. Бэкон, комментаторы Библии давно предполагают, что израильтяне шли не по берегу Красного моря, а по берегу озера Сирбонис – средиземноморской лагуны, расположенной к востоку от дельты Нила, между городами Романи и Эль-Ариш. Эту лагуну упоминает Геродот. Узкая песчаная коса отделяет ее от Средиземного моря, а связана она с ним проливом Экрегма (в переводе – “цель”). В книге “Исход” описано, что, когда Моисей воздел руки, глядя на морские воды, преградив-

Института сравнительного изучения истории, философии и естественных наук (США), показал возможную связь приведенного в Библии описания “десяти казней египетских” с катастрофическими землетрясениями и вулканическим извержением. Так, “превращение воды в кровь” вероятнее всего было следствием замутнения воды при обрушении в воду оползней, вызванных землетрясениями. Мне неоднократно

приходилось видеть, как оползни и ливневые дожди, размывающие железистые красноцветные песчаники и глины, окрашивают в кровавый цвет ручьи и реки. Образовавшиеся застойные воды в жару приводят к размножению паразитов, возникновению всевозможных эпидемий среди животных и людей. Сильные грозы при крупных извержениях сопровождаются градом и ливнями, а часто и смерчами. В результате

шие ему путь, "Господь... сделал море сушею, и расступились воды". Далее написано (гл. 14, стих 22): "И пошли сыны Израилевы среди моря по суше, и воды же были им стеною по правую и по левую стороны". Это описание позволяет предположить, что неожиданный отлив моря возник в результате сильного землетрясения и извержения вулкана Санторин, вызвавшего волны цунами. Сама волна цунами обычно приходит примерно через полчаса после отлива. За это время толпа беглецов могла пробежать по

внезапно образовавшемуся перешейку. Далее в Библии сказано: "Погнались египтяне, и вошли за ними в средину моря все кони фараона, колесница его и всадники его". В этот момент пришла огромная волна и утопила войско фараона.

Итак, Платону следует поверить: вероятнее всего, такие важные в начале человеческой истории события, как гибель Атлантиды на западе и Праафинского государства (крито-минойской культуры) на востоке, а также исход евреев из Египта могут быть связаны с уникальной по своим мас-

штабам геологической катастрофой в северо-восточной Атлантике и Средиземном море, вызванной коллизией между Африканской и Евразийской литосферными плитами. Нам удалось предложить непротиворечивую геолого-геофизическую модель этой катастрофы. Материалы геофизических исследований, проведенных нами, подтверждают рассказ Платона. Атлантиду надо искать за Геркулесовыми Столбами, в Атлантическом океане, на вершинах обнаруженной нами затонувшей горной страны.

Информация

Уточнена модель океанической циркуляции

На состоявшейся в 1998 г. в Женеве конференции "Океаногграфия и климат", в которой приняли участие 300 специалистов из различных стран мира, подведены предварительные итоги международного проекта WOCE – "World Ocean Circulation Experiment" ("Эксперимент по изучению циркуляции в Мировом океане"). В 1990-97 гг. была проведена его первая, полевая фаза.

На конференции отмечено, что физическое состояние океана отчетливо реагирует на ат-

мосферные воздействия в межгодовом и десятилетнем масштабах. Воды Атлантического океана переносят из Южного полушария в Северное около 10^{12} кВ энергии в год. В южных акваториях Атлантического, Индийского и Тихого океанов мощные теплые потоки взаимодействуют с холодным циркумполярным течением, опоясывающим Антарктиду. Уточнены области, где потоки Гольфстрима, достигая Исландии, охлаждаются и, повернув на юг, проходят вблизи Гренландии и холодным течением возвращаются вдоль берегов обеих Америк в южнополярные акватории. Выявлены также параметры и границы гигантской петли разогретых поверхностных вод, располагающейся в экваториальной и тропической областях Тихого океана.

Созданные в последние годы модели уточняют прежние представления об океанической циркуляции с большой пространственной разрешающей способностью. Телеметрические спутниковые системы дают возможность собрать глобальные базы данных, со все растущей точностью описывающие изменения уровня океана, ветрового давления, влияния топографии, температуры, потоков энергии и других факторов на климат.

Второй фазой исследований станет проект "AIMS" ("Analysis, Interpretation, Modelling and Synthesis" – "Анализ, интерпретация, моделирование и обобщение"). Исследования продолжатся до 2002 г.

World Climatic New,
1999, 14, 5 (Швейцария, ВМО)

Тайваньская катастрофа

Три сильных подземных толчка потрясли остров Тайвань в ночь с 20 на 21 сентября 1999 г. (17 ч 47 мин по Гринвичу). Прошло чуть больше месяца после трагичного турецкого землетрясения (Земля и Вселенная, 1999, № 6). И снова – сильнейшая “подземная буря”, в одно мгновение обрушившая высотные дома в административном центре Тайваня, почти трехмиллионном Тайбэе. Тысячи людей оказались под развалинами.

Настало утро, и в 8 ч 14 мин местного времени новые удары из-под земли атаковали остров в 145 км к югу от Тайбэя, в горах. Через полчаса – еще один толчок... За первые 18 часов было зарегистрировано более 1000 толчков.

По данным Геофизической службы РАН в г. Обнинске, магнитуда главного толчка – 7–8. Каждый год на Тайване ощущаются по 10–12 землетрясений, но эпицентры обычно располагаются в Тихом океане к востоку от острова. Катастрофу 20 сентября ставят на второе место после разразившейся на острове в 1935 г. (магнитуда $M = 7,4$; тогда погибло 3250 человек). Столь же сильное землетрясение, произошедшее 14 ноября 1986 г. (магнитуда $M = 7,8$), вызвало гибель 15 человек, 44 получили ранения.



Эпицентр землетрясения 20 сентября находился в центральной части острова. В городах Тайчжун и Пули округа Наньтоу, где жертвами первого же толчка стало около 2000 человек, разрушены почти все недавно построенные ускоренными темпами дома. В Тайбэе обрушилось двенадцатизатное здание отеля. Подземные удары разрушали фундаменты домов, и они падали друг на друга, как будто подрубленные у основания. Всего погибло 2200 человек, ранено – 8700. Экономике страны был нанесен огромный ущерб.

Особенность Тайваньского землетрясения в необычно большом количестве афтершоков (более 8 тыс. за неделю), среди них по крайней мере два повторных землетрясения обладали силой до 7 баллов по шкале Рихтера. В ожидании новых толчков жители

Обрушившиеся дома в центральной части города Тайчжун – последствия землетрясения 20 сентября 1999 г. на о. Тайвань

Тайбэя и других населенных пунктов всю тревожную неделю провели на улицах – в палатках и картонных коробках. Афтершоки затрудняли работу спасателей, прибывших из Японии, Сингапура, Филиппин, Южной Кореи, Турции, Израиля, США и России. Группа, присланная МЧС РФ, состояла из 72 человек с отрядом поисковых собак.

Спустя 12 дней после первого разрушительного толчка поступило сообщение о новом землетрясении, силой больше 5 баллов, эпицентр которого, по счастью, расположился не на острове, а неподалеку от него – в океане.

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: март–апрель 2000 г.

ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СОЛНЦЕ – ЗЕМЛЯ

Весеннее равноденствие Март 20, 7^ч31^м UT

ФАЗЫ ЛУНЫ

Таблица I

Новолуние	Первая четверть	Полнолуние	Последняя четверть
Март 6, 05 ^ч 17 ^м Апрель 4, 18, 12	Март 13, 06 ^ч 59 ^м Апрель 11, 13, 30	Март 20, 04 ^ч 44 ^м Апрель 18, 17, 41	Март 28, 00 ^ч 21 ^м Апрель 26, 19, 30

ПЕРИГЕЙ И АПОГЕЙ ЛУНЫ

Таблица II

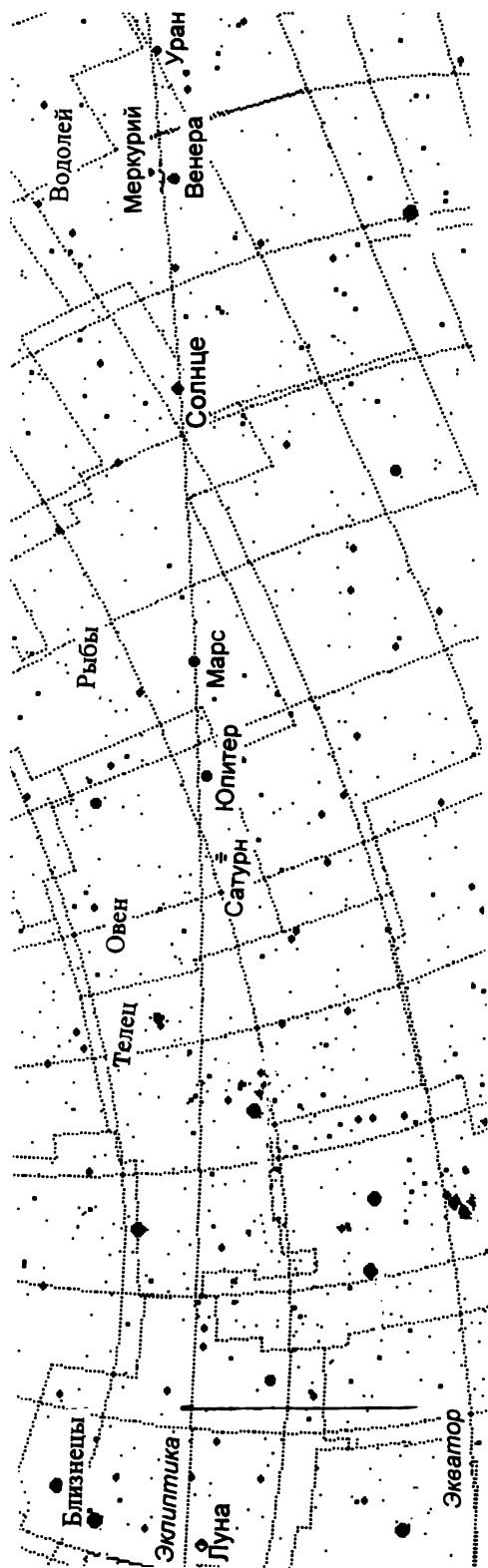
Перигей	Апогей	Перигей	Апогей
Март 15, 00 ^ч 369551 км	Март 27, 17 ^ч 404161 км	Апрель 8, 22 ^ч 368275 км	Апрель 24, 12 ^ч 404582 км

СОЕДИНЕНИЯ ПЛАНЕТ С ЛУНОЙ

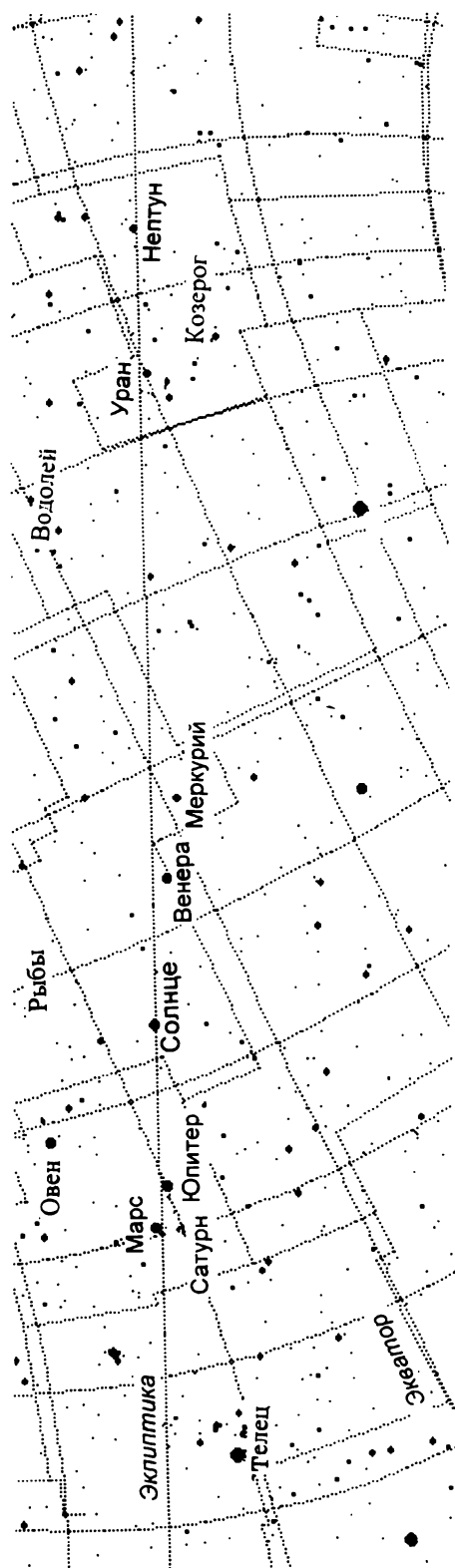
Таблица III

Дата	Время	Планета		Дата	Время	Планета	
Март 2	23,8 ^ч	Нептун	0,4°N	Апрель 2	12,5 ^ч	Меркурий	2°N
Март 4	0,7	Уран	1 N	Апрель 3	5,5	Венера	2 N
Март 4	0,8	Венера	1 N	Апрель 6	10,4	Марс	5 N
Март 8	13,8	Марс	5 N	Апрель 6	10,9	Юпитер	4 N
Март 9	17,1	Юпитер	4 N	Апрель 6	21,4	Сатурн	3 N
Март 10	9,4	Сатурн	3 N	Апрель 22	7,6	Плутон	4 N
Март 26	0,1	Плутон	7 N	Апрель 26	18,4	Нептун	1 N
Март 30	9,5	Нептун	1 N	Апрель 27	21,9	Уран	1 N
Март 31	11,7	Уран	1 N				

Примечание: N – планета находится к северу от Луны, S – к югу.



Солнце, Луна и планеты Венера, Сатурн, Меркурий, Юпитер, Марс, Уран на эклипике 15 марта 2000 г.



Солнце и планеты Венера, Меркурий, Марс, Сатурн, Юпитер, Нептун и Уран на эклипике 15 апреля 2000 г.

**ЭФЕМЕРИДЫ СОЛНЦА И ПЛАНЕТ,
ВИДИМЫХ НЕВООРУЖЕННЫМ ГЛАЗОМ (НА 0°ШТ)**

Таблица IV

Дата		Прямое восхождение	Склонение	Видимый диаметр	Видимость созвездия
------	--	-----------------------	-----------	--------------------	------------------------

Солнце

Март	1	22 ^h 48 ^m 46.65 ^s	−7°33'05.4"	32'20"	созвездия
	11	23 25 54.16	−3 40 37.6	32 15	Водолея
	21	0 02 29.34	+0 16 11.4	32 10	Рыб
Апрель	1	0 42 32.45	4 34 27.7	32 04	Овна
	11	1 19 08.65	8 20 55.0	31 58	
	21	1 56 12.32	11 53 17.8	31 53	

Марс

Март	1	0 50 30.8	5 05 25	4.3	вечерняя
	11	1 18 09.8	8 03 46	4.2	видимость
	21	1 45 56.4	10 53 05	4.1	до 20-х
Апрель	1	2 16 45.1	13 46 05	4.0	чисел апреля
	11	2 45 04.7	16 09 00	4.0	созвездия
	21	3 13 43.8	18 16 08	3.9	Рыб, Овна

Юпитер

Март	1	2 03 17.6	11 27 17	33.3	вечерняя
	11	2 10 50.4	12 09 04	32.6	видимость
	21	2 18 55.7	12 52 19	32.0	до середины
Апрель	1	2 28 20.3	13 40 42	31.5	апреля
	11	2 37 16.1	14 24 44	31.2	созвездие
	21	2 46 27.9	15 08 09	30.9	Овна

Сатурн

Март	1	2 42 33.9	13 29 46	15.4	вечерняя
	11	2 45 59.5	13 47 51	15.2	видимость
	21	2 49 53.1	14 07 30	15.0	до середины
Апрель	1	2 54 37.1	14 30 22	14.8	апреля
	11	2 59 15.2	14 51 51	14.7	созвездие
	21	3 04 07.5	15 22 13	14.6	Овна

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

Таблица V

Название потока	Созвездие	Радант		V, км/с	Часовое число	Даты видимости
		α	δ			
Виргиниды	Дева	13 ^h	−4°	30	5	25.01-15.04
Лириды	Лиры	18 04	34	49	15	16.04-25.04
η -Аквариды	Водолей	22 32	−1	66	60	19.04-28.05
Сагиттариды	Стрела	14 56	−22	30	5	15.04-15.07

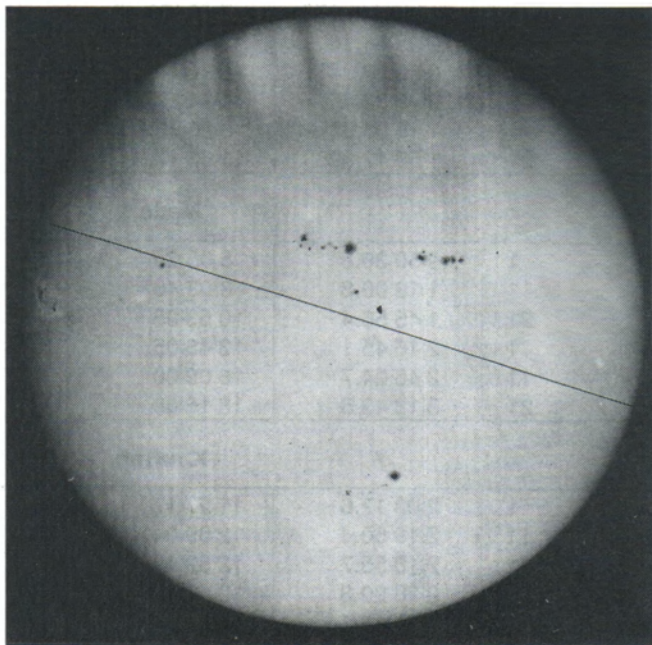
В.А. ЮРЕВИЧ

Солнце в августе-сентябре 1999 г.

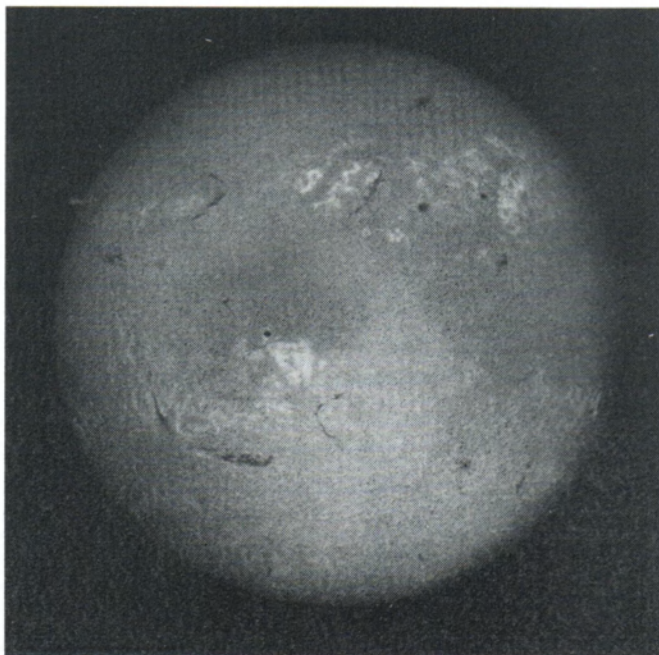
Фотосфера 14 сентября 1999 г. В центральной части солнечного диска виден комплекс активности, содержащий три группы пятен

Характерная особенность солнечной активности в августе-сентябре 1999 г. — неравномерное распределение по долготам. Интервалы долгот, где наблюдалось большое число групп пятен и отдельных пор, чередовались с обширными областями, где пятен практически не было. В результате число Вольфа в течение двух месяцев варьировало в пределах от 35 до 100. В целом же уровень активности несколько ниже, чем в июне-июле.

С.А. ЯЗЕВ,
кандидат физико-
математических наук



Хромосфера Солнца в свете линии H_{α} 20 сентября 1999 г. Как и в предыдущие месяцы, активные образования (активные области и старые флоккульные поля) располагаются вдоль двух широтных поясов в северном и южном полушариях. Картину дополняют системы из темных волокон. На северо-восточном краю (на снимке слева) видна яркая лимбовая вспышка. Снимки получены Т.В. Говориной в Байкальской астрофизической обсерватории ИСФЗ СО РАН



Кратер “калёных огненных стрел”

СТРАННЫЕ КАЛЁНЫЕ СТРЕЛЫ

В сентябре 1988 г. представителями Ярославского астрономо-геодезического общества были описаны со слов А.П. Гусева странные и непонятные события, происходившие ранее в его родной деревне. А.П. Гусев родился в 1928 г. Из рассказов старших он еще в детстве знал, что примерно в 1890 г. два роя неких “калёных огненных стрел” пролетали над юго-западной частью озера (в азимуте 247,5°), на берегу которого стояла деревня. Первая группа тел ударилась о возвышенность, называемую “осарки”, между крайними домами и озером.

Впоследствии место падения оказалось на закрытой территории, что обеспечило его сохранность, но не позволяет указать точное положение. Поэтому названия населенных пунктов и самого озера в настоящей статье не приводятся.

От удара образовался провал диаметром в пять саженей (10,65 м). На его краю осталась стоять

осинка, слегка согнутая ударом. Вокруг был разбросан шлак. От провала было много неприятностей. Так, люди, заглядывавшие в него вскоре после падения и якобы видевшие в нем упавшие “стрелы”, которые “шевелились”, заболевали. В самой яме нашли кусок белого металла. Домашние животные стали бояться места вокруг осарков. А.П. Гусев описывает случай, когда он, вопреки указаниям бабушки, привязал пастись там козу. Вечером, приведя животное домой, заметили, что коза дрожит и покрылась потом. На осине у края впадины изменилась форма листьев. Это же произошло с листьями огурцов на огороде, примыкавшем к осаркам. А.П. Гусев пишет, что в годы его детства на огороде рос странный картофель: клубни срастались по нескольку штук, были безвкусными и плохо хранились. До 1938 г. на осарках встречались ромашки с черными лепестками.

После падения “стрел” люди, купавшиеся в залив-

чике озера напротив осарков, утверждали, что вода там приобрела целебные, омолаживающие свойства. Однако в целом в деревне участились случаи заболеваний людей и животных. Люди говорили, что из “провала” на селение пошла “зараза”, и начали уходить из деревни.

Местный священник посоветовал завалить кратер негашеной известью. Привезли более 10 подвод, яму забросали землей и хламом. Для освящения места около провала поставили деревянную часовню. Крестьяне целовали крест и клялись никому о “стрелах” не рассказывать, провал не раскапывать и не пускать к “осаркам” детей до 16 лет. Сами же туда продолжали ходить, так как на осарках находились житницы и там копали ямы для хранения картофеля. При копке ям наталкивались на “проклятый” шлак.

Вторая группа тел упала в 800 м дальше от деревни, тоже образовав углубление. Но точное место этого провала забыли.

С 1989 г. загадкой “калёных огненных стрел” занялась Секция по изучению аномальных явлений Ярославского отделения АГО. За 11 лет сделано 28 экспедиций, привлечены специалисты, использованы приборы и техника 30 организаций. 11 экспедиций были направлены на сбор фольклорных сообщений и 17 – на исследование района падения и проведение раскопок (в 6 случаях из 17 также велся сбор фольклорных сведений). Опросами была охвачена большая часть Ярославской области, а также частично Тверская и Вологодская. С 1993 г. начался методичный обход Рыбинского водохранилища.

Не все собранные экспедициями сведения относятся к падению “стрел”. Все же они дают основание считать, что впечатление о падении с неба неких светящихся тел (или тела) сохранилось в народной памяти и послужило источником части записанных преданий.

Так, А.А. Зубанова (1910 г.р.), жившая севернее места события 1890 г., говорит, что “нечто с другой планеты пало давно”, и указывает место падения на юге. Н.В. Гынжу (1934 г.р.) слышала, что где-то в этом районе “раньше упал метеорит”. П.Я. Шестакова (1908 г.р.) утверждает, что где-то неподалеку “шар упал из матерьялу, до войны еще”. А.Д. Гришин (1915 г.р.) помнит рассказ мате-

ри о том, что в 1890 г. в небе над их деревней двигалось несколько светящихся тел, улетевших к месту падения “стрел”. Имеется свидетельство Е.И. Лебедевой (1918 г.р.) о рассказе ее матери: пролет огненного круглого тела в том же направлении, в котором перед падением двигались “стрелы”.

Под углом дома М.О. Безручкина (1909 г.р.) лежит, как считают в их роду, метеорит, найденный его дедом на дороге, причем направление от места находки камня на провал близко к траектории полета “стрел”. Однако специалисты из КМЕТа считают, что этот камень не метеорит.

Любопытно сообщение Т.А. Козловой (1918 г.р.), ранее жившей в затопленной зоне Рыбинского водохранилища. Она, ссылаясь на рассказ бабушки, которой в 1890 г. было около 25 лет, говорит о падении “большой звезды”, направление полета которой совпадает со свидетельствами других опрошенных.

Обратила на себя внимание история, рассказанная Е.В. Меньшиковой (1920 г.р.). По словам ее бабушки, в 1880-е годы около деревни что-то “упало, такое длинное, как сковорода”. Потом начался дождь. “Пошли все смотреть, а его и нету! А падало длинное, как заслонка. Это Господь послал! С попом пришли, а там голоё место, и травы нет, точно кто вылизал”.

Записаны и другие рассказы. Интересны сведе-

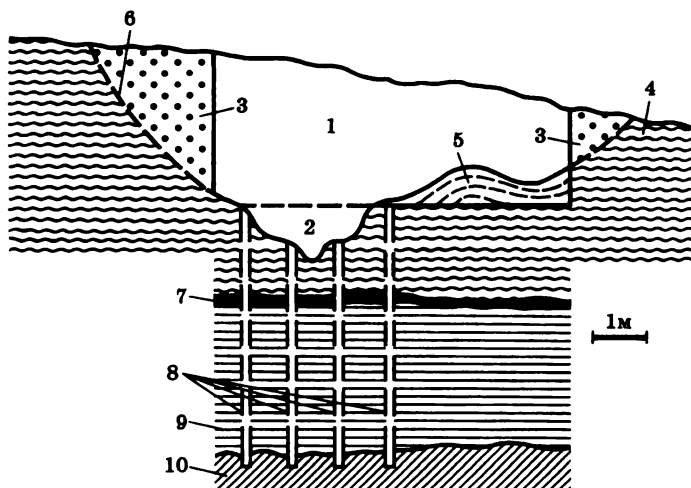
ния о падении с неба крупных ледяных глыб, но происходило это уже ближе к нашему времени.

“Калёные огненные стрелы” – устойчивая форма описания тел, обрзовавших кратер. Следует учесть, что “калёные” не обязательно означают “раскаленные”, это слово может означать “прочные, крепкие”, причем в таком значении оно прежде использовалось чаще, чем теперь. Вывод о прочности “стрел” могли сделать смельчаки, заглядывавшие в яму после падения: стрелы не разбились, но даже “шевелились”.

ИССЛЕДОВАНИЯ И РАСКОПКИ

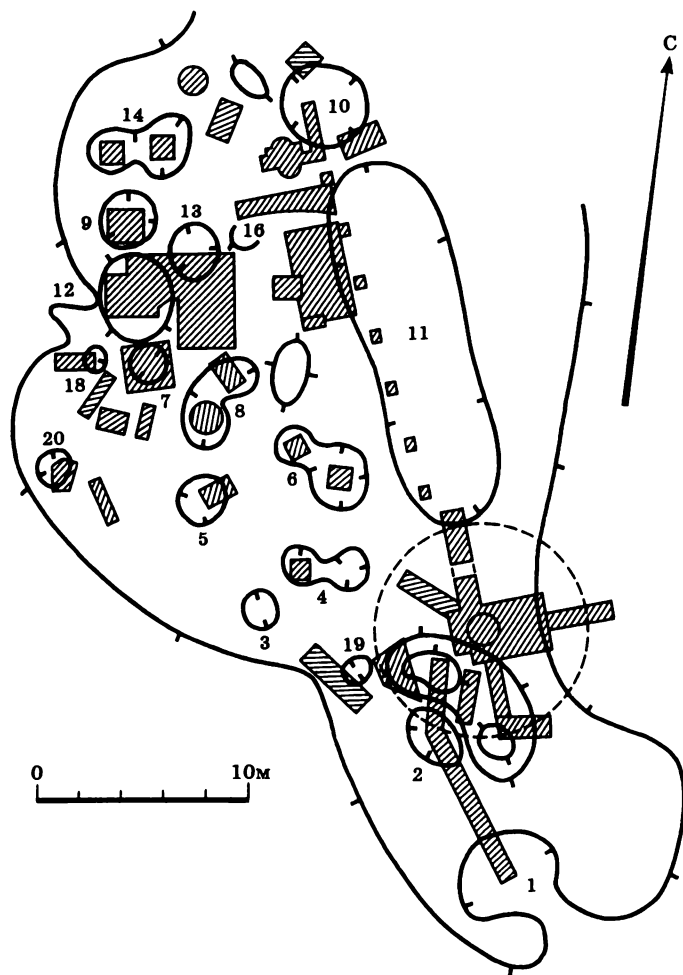
Первая экспедиция состоялась в июне 1989 г. От некогда большой и многолюдной деревни осталась лишь одна необитаемая избушка. “Осарки” представляли собой кучу отбросов древних железоделательных (кричных) производств 60 м длиной и 20 м шириной. Они насыщены железом на глубину около 3 м, так что практически невозможно установить, падал ли сюда железный или железокремневый метеорит. На поверхности были заметны следы старых картофельных ям. Но виднелось и более значительное углубление диаметром 5-6 м и глубиной около 2 м. Рядом с ним стояла одинокая старая осина.

С 1991 г. по настоящее время ведутся раскопки при участии консультантов-археологов. Мощный культурный слой состоит



Строение кратера "калёных огненных стрел":

1 – основное углубление, 2 – малое углубление, 3 – невоскрытые части кратера, 4 – слои осарков, 5 – вспученность в восточной части дна кратера, 6 – предполагаемая граница чаши кратера, 7 – слой шлаковых плит, 8 – скважина, 9 – слой спрессованного торфяника, 10 – песок



из пластов перегноя, шлака, угля, битых сопел, глины, охры, окиси железа, включений керамики, дерева, железных изделий, каменных отщепов и костей животных. Внизу оказался бревенчатый настил – остатки болотного поселения V тыс. до н.э.

Система шурфов строилась между двумя ориентирами – углублением и старой осиной. В 1994 г. кратер диаметром 10-11 м был обнаружен! По срезам шурфов четко прослеживалось: культурные слои сменяются однородной массой почвы, перемешанной с деревом, шлаком, обломками. В одну из сторон кратера врезан пласт вещества типа извести. Найдены два скелета жеребят, один заметно деформирован. На дне натолкнулись на фрагмент фарфорового блюда с маркой фабрики, посуда с таким клеймом выпускалась в 1890-1910 гг.

Попытки обнаружить космическое вещество не дали результатов. Пробы из кратера, его стенок и

Схема раскопов на осарках (заштрихованные участки). Положение кратера отмечено пунктирной линией

дна сильно загрязнены отходами железных производств. Щупы, внедренные в стенки и дно кратера, не встретили крупных тел. Отмывка минерального вещества из торфяников из-под дна кратера также не дала значимых результатов. У участников раскопок пока складывается достаточно обоснованное убеждение: кратер

пуст, космическое тело даже небольших размеров в чаше кратера или под ним отсутствует.

Место падения другой группы "стрел" находится в болотистой местности. Его искали с воздуха и по аэрофотоснимкам. Обнаружили пятно растительности, более темной, чем окружающая.

Кратер "калёных огненных стрел" – загадка, но в

его реальности и в обоснованности преданий, связанных с ним, сомневаться не приходится. А может быть, кратер образован ледяным метеоритом или мини-кометой, столкнувшейся с Землей?

*В.А. КУКУШКИН,
председатель секции по изучению
аномальных явлений
при Ярославском отделении
АГО "Меридиан"*

Информация

Метеорит Куня-Ургенч

20 июня 1998 г. в 12 ч 25 мин UT в Ташаузской области Туркменистана в 5 км к югу от г. Куня-Ургенч упал крупный каменный метеорит. С 27 июня на месте падения начала работать экспедиция под руководством профессора Сейит-назара Мухамедназарова. Были опрошены очевидцы, измерен кратер, собраны осколки метеорита. 6 июля фрагменты метеорита доставили в ГЕО-ХИ им. Вернадского в Москве для исследований. (Быстрая доставка упавших метеоритов в лабораторию важна для измерения содержания короткоживущих радиоактивных изотопов, это дает важную информацию об условиях в межпланетном пространстве.)

Яркий болид наблюдали жители г. Ташауз, расположенного в 110 км к северо-востоку от Куня-Ургенча. Очевидец, находившийся в 8 км от места падения, видел светящийся след, потом три светлые полосы, услышал грохот, свист, треск. По его оценке, болид был ярче Солнца. На небе появилось большое темное облако, вытянувшееся вдоль траектории. Люди, работавшие на хлопковом поле в 20-30 м от места падения, услышали свист, грохот и сильный треск и увидели, как с неба падает большой предмет. Сотрясение Земли и грохот были слышны

некоторым жителям за 100 км.

Метеороид летел с юга-востока на северо-запад по пологой траектории. На высоте 12 км он взорвался с сильной вспышкой, грохотом и треском. Вспышка была настолько яркой, что появились дополнительные к солнечным тени от некоторых строений и предметов. После взрыва метеорит падал почти вертикально, что подтверждается и формой воронки.

На месте падения образовался кратер диаметром до 6 м и глубиной до 4 м. Метеорит оказался засыпанным 1,5-м слоем земли. При извлечении из кратера часть его была раздроблена. Размер главного фрагмента – $72 \times 81 \times 48$ см, масса – около 800 кг. Сейчас он хранится в Геологическом музее в Ашхабаде. Вместе с найденными осколками (их несколько сотен, масса некоторых достигала 10 кг) общая масса метеорита оценивается в 900-1000 кг. Плотность вещества – $3,3 \text{ г/см}^3$.

Предварительный анализ показал, что метеорит относится к классу хондритов, но в отличие от типичных хондритов в отдельных местах заметны крупные частицы металла. Вещество хрупкое, светло-серого цвета.

По информации сотрудника Комитета по метеоритам Р.Л. Хотинка, это пятый из туркменских метеоритов, о которых есть сведения в КМЕТе. Четыре предыдущих найдены в песках пустыни Каракумы (Земля и Вселенная, 1991, № 4), а этот –

один из редких, обнаруженных сразу после падения. После известного Сихотэ-Алиньского метеорита, упавшего 12 февраля 1947 г. и образовавшего 24 кратера, это третий случай появления большого кратера при падении метеорита. Предыдущий был в Стерлитамаке 17 мая 1990 г., тогда появился кратер диаметром в 10 м и глубиной 5 м (Земля и Вселенная, 1990, № 5).

Исходя из параметров метеорита и кратера, В.А. Бронштэн вычислил скорость метеорита в момент падения – 1469 м/с, скорость входа в атмосферу – 13 км/с и начальную массу – ≈ 3 т. По показаниям очевидцев о траектории болида В.А. Бронштэн определил орбиту метеорита. Большая полуось около 2 а.е., эксцентриситет $\approx 0,5$. Плоскость орбиты близка к плоскости эклиптики. (Малые планеты, имеющие похожие орбиты, относят к группе Аполлона. Это – астероиды, чьи орбиты почти полностью лежат вне орбиты Земли и только в перигелии приближаются к Солнцу менее, чем на 1,017 а.е. – афелийное расстояние Земли). По данным В.А. Бронштэна, метеорит был догоняющим, т.е. его скорость до встречи с Землей совпадала по направлению со скоростью Земли, но превосходила ее по величине (гелиоцентрическая скорость 36 км/с, геоцентрическая – 7 км/с).

Письма
в Астрономический журнал,
1999, т. 25, № 2, с. 150, 153

Космонавтика в датах и цифрах (1965–1999 гг.)

За последние 35 лет состоялось около **4200** запусков ракет-носителей **10** стран и Европейского космического агентства (ESA) с **20** космодромов мира. Запущено в космос более **4100** космических аппаратов различного типа и назначения, в это число входят 3070 КА, принадлежащих СССР/РФ, причем только экспериментальных и военных спутников серии “Космос” выведено на орбиту 2367. Вслед за Россией и США стали космическими державами (запустили национальные ИСЗ ракетами-носителями собственного производства) еще 6 стран. С 4 октября 1957 г. выполнено более **4480** стартов РН, в космос запущено **4430** КА. Кроме того, на околоземные орбиты вывели свои спутники международные организации по исследованию космоса – “Intelsat” (международная телекоммуникационная спутниковая система, в нее входят 118 стран, первый запуск состоялся 6 апреля 1965 г.), “ESRO” (европейская организация по космическим исследованиям, в 1973 г. преобразованная в ESA, первый запуск спутника “ESRO-2B” – 17 мая 1968 г.), “Интеркосмос” (международное сотрудничество социалистических стран по исследованию космоса – Болгария, Венгрия, Вьетнам, ГДР, Куба, Монголия, Польша, Румыния, СССР и Чехословакия, первый запуск – 14 октября 1969 г., всего запущено 25 научных спутников) и другие. В **ESA** входят 14 стран: Франция, ФРГ, Австрия, Англия, Бельгия, Дания, Ирландия, Испания, Италия, Нидерланды, Норвегия, Финляндия, Швейцария и

Швеция. Европейское агентство располагает собственными ракетами-носителями “Ариан” и космодромом Куру, с которого состоялось более **120** запусков (старт первого ИСЗ этой организации – “ESA-1” (ECS) произведен 16 июня 1983 г.).

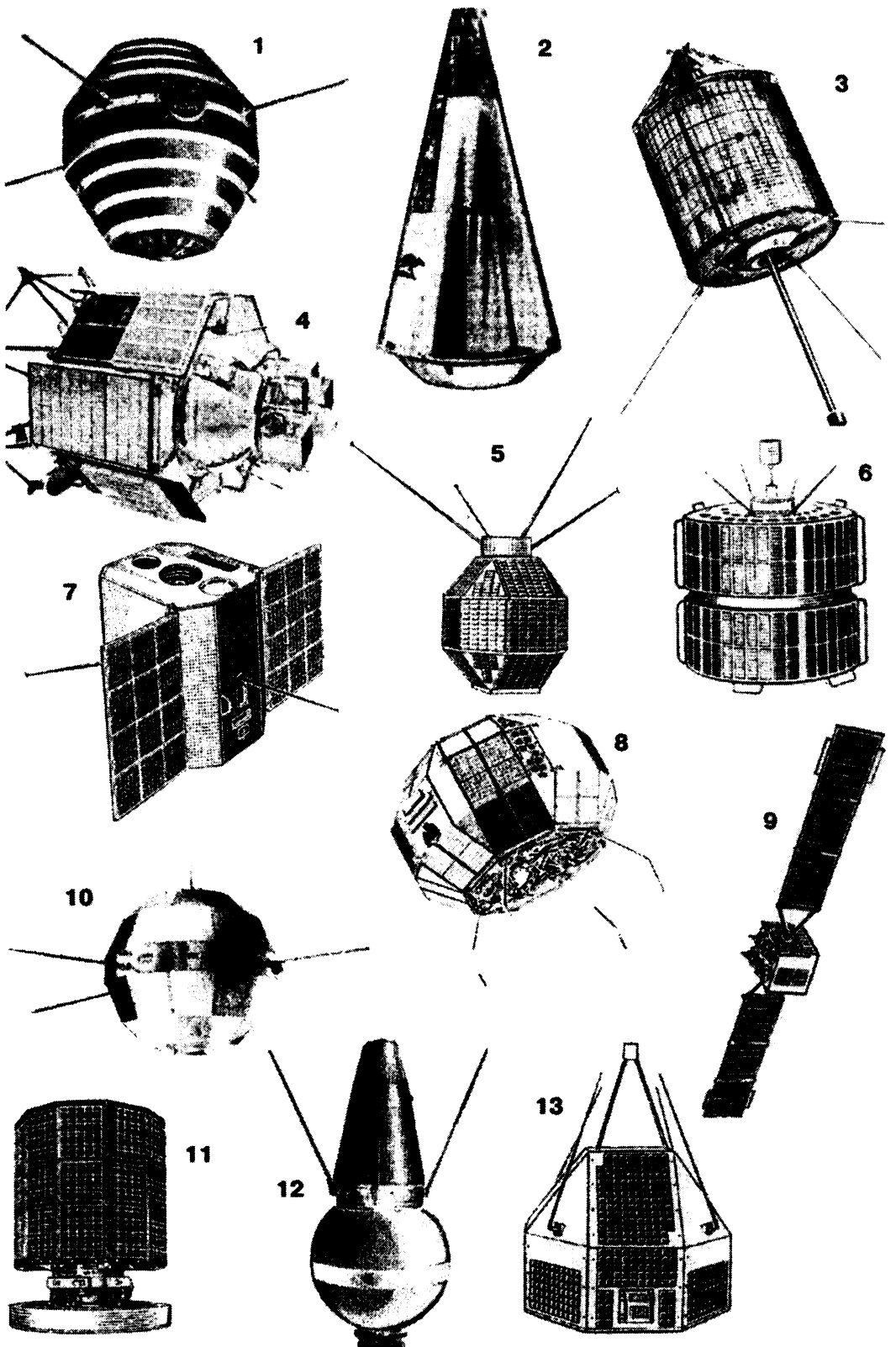
Аварией закончилась первая попытка запуска ИСЗ Бразилии “SCD-2A” 2 ноября 1997 г. собственной РН с национального космодрома Алкантара. Несмотря на заявление информационного агентства Северной Кореи, подвергается сомнению факт запуска северокорейского спутника 31 августа 1998 г., так как все попытки зафиксировать его радиосигналы не увенчались успехом.

После запусков первых советских и американских спутников стартовали космические аппараты еще **36 стран** (в скобках указаны даты первых запусков национальных ИСЗ): Англии (26 апреля 1962 г.), Канады (29 сентября 1962 г.), Италии (15 декабря 1964 г.), Франции, Австралии (29 ноября 1967 г.), ФРГ (8 ноября 1969 г.), Японии, Китая, Нидерландов (30 августа 1974 г.), Испании (15 ноября 1974 г.), Индии (19 апреля 1975 г.), Индонезии (8 июня 1976 г.), Чехии (24 октября 1978 г.), Болгарии (7 августа 1981 г.), Саудовской Аравии и Бразилии (8 февраля 1985 г.), Мексики (17 июня 1985 г.), Швеции (22 февраля 1986 г.), Израиля, Люксембурга (11 декабря 1988 г.), Норвегии (27 августа 1989 г.), Пакистана (16 июля 1990 г.), Южной Кореи (10 августа 1992 г.), Турции (11 августа 1994 г.), Украины и Чи-

КОСМИЧЕСКИЕ ДЕРЖАВЫ

№ п/п	Страна	Дата запуска первого ИСЗ	Название ИСЗ	Масса ИСЗ, кг	Назначение	Название РН и космодрома
1	Россия	4 октября 1957 г.	"Спутник-1" (ПС-1)	83,6	Измерение плотности атмосферы и изучение распространения радиосигналов в ионосфере	"Спутник", Байконур
2	США	1 февраля 1958 г.	"Explorer-1" (Эксплорер-1)	14	Исследование космических лучей и метеорных частиц	"Juno-1" (Юнона-1), Канаверал
3	Франция	26 ноября 1965 г.	"Asterix" (Астерикс)	42	Контроль работы аппаратуры РН	"Diamant-A" (Диамант), Хаммагир
4	Япония	11 февраля 1970 г.	"Osumi" (Осуми)	24	Регистрация физических условий в космосе	"Lambda-4S" (Ламбда-4Эс), Утиноура
5	Китай	24 апреля 1970 г.	"China-1" (Чайна-1)	173	Изучение параметров околоземного космоса	"CZ-1" (СиЗед-1), Чанчэнцзе
6	Англия	28 октября 1971 г.	"Prospero" (Просперо)	66	Технологические эксперименты, регистрация метеорных частиц	"Black Arrow" (Блэк эрроу), Вумера
7	Индия	18 июля 1980 г.	"Rohini-1" (Рохини-1)	35	Контроль работы бортовых систем, траекторные измерения	"SLV-3" (СЛВ-3), Шрихарикота
8	Израиль	19 сентября 1988 г.	"Ofeq-1" (Офек-1)	156	Контроль работы бортовых систем, технологические эксперименты	"Shavit" (Шавит), Пальмачим

Первые национальные ИСЗ (изображены в произвольном масштабе): 1 – "Астерикс" (Франция), 2 – "Вресат" (Австралия), 3 – "Ацур-1" (ФРГ), 4 – "Интеркосмос-1" (социалистические страны), 5 – "Ариабхата" (Индия), 6 – "ЕСРО-1" ("Борей", ESRO), 7 – "АНС" (Нидерланды), 8 – "Просперо" (Англия), 9 – "ЕСА-1" (ЕСА), 10 – "Чайна-1" (Китай), 11 – "Интасат" (Испания), 12 – "Осуми" (Япония), 13 – "Рохини-1" (Индия)



ли (31 августа 1995 г.), Гонконга (28 ноября 1995 г.), Малайзии (12 января 1996 г.), Аргентины (29 августа 1996 г.), Филиппин (19 августа 1997 г.), Египта (28 апреля 1998 г.), Тайланда (10 июля 1998 г.), Сингапура и Тайваня (25 августа 1998 г.), Дании и ЮАР (23 февраля 1999 г.).

Большой вклад в изучение космического пространства, Земли, Солнца, Луны и планет Солнечной системы внесли научно-исследовательские ИСЗ, астрофизические обсерватории и АМС. За последние десятилетия благодаря космическим исследованиям во многом изменились наши представления об окружающем мире. Для прикладных целей и проведения экспериментов в космосе необходимы специализированные космические аппараты. В настоящее время созданы постоянно действующие спутниковые системы связи, передачи информации и программ телевидения, метеорологии, навигации, геодезии, океанографии, гидрологии и геологии, картографирования, изучения и контроля природных ресурсов Земли. На борту ИСЗ и пилотируемых орбитальных станциях проводились эксперименты в области материаловедения, биологии и медицины, технологических и биотехнологических производств.

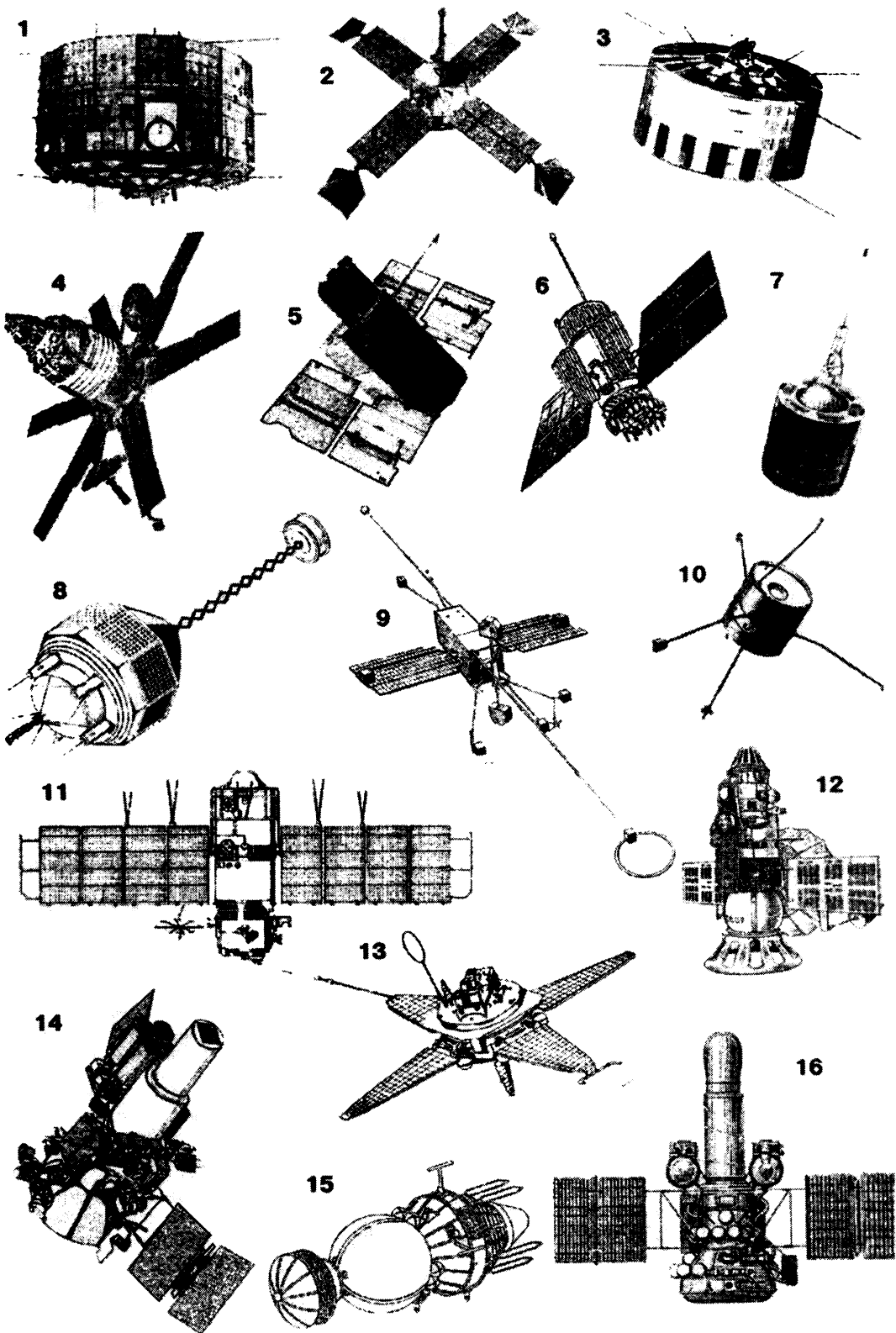
С 1965 г. выполнено **217 пилотируемых полетов** (83 – СССР/РФ и 134 – США). После полета Ю.А. Гагарина проведено **230 экспедиций** на космических кораблях и орбитальных станциях (90 – СССР/РФ и 140 – США). С 1961 г. совершили полеты **393 человека**, в том числе **91 российский космонавт** (трое из них – В.А. Джанибеков, Г.М. Стрекалов и А.Я. Соловьев – по 5 полетов), **247 американских астронавтов** (Д. Янг и С. Масгрейв выполнили по 6 полетов) и **55 астронавтов других стран**. В это число входят три российские женщины-космо-

навта (В.В. Терешкова, С.Е. Савицкая и Е.В. Кондакова), 29 американских женщин-астронавтов (три из них – Ш. Люсид, Б. Данбар и Т. Джерниган – по 5 полетов), две из Канады, одна англичанка и одна японка. Кроме российских и американских космонавтов, побывали в космосе астронавты **28 стран** (в порядке очередности): Чехии, Польши, ГДР, Болгарии, Венгрии, Вьетнама, Кубы, Монголии, Румынии, Франции, Индии, Сирии, Афганистана, Японии, Англии, Австрии, ФРГ, Канады, Европейского космического агентства, Нидерландов, Швейцарии, Саудовской Аравии, Мексики, Бельгии, Италии, Казахстана, Украины, Испании и Словакии. В ближайшее время запланированы полеты астронавтов Израиля, Индонезии и Бразилии. На своем космическом корабле планирует полететь в 2000-2001 гг. космонавт Китая.

Мировые рекорды длительности космического полета принадлежат российским космонавтам: **В.В. Полякову – 438 сут** (с 8 января 1994 г. по 22 марта 1995 г., 15 – 17-я основные экспедиции на ОК “Мир”) и **С.В. Авдееву – 748 сут** (за три полета на станции “Мир” – ЭО-12, -20 и -26/27, т.е. участвовал в 26-й и 27-й основных экспедициях без перерыва с 13 августа 1998 г. по 28 августа 1999 г.). Мировой рекорд длительности космического полета для женщин принадлежит **Ш. Люсид (США)**. Она работала на станции “Мир” **188 сут** (22 марта-26 сентября 1996 г.), а суммарная продолжительность пяти ее экспедиций на кораблях “Спейс Шаттл” (программы STS-51G, -34, -43, -58 и -76/79) составила 223 сут. Первой женщиной командиром корабля стала А. Коллинз (США), совершившая полет в июле 1999 г. на “Колумбии” (STS-93).

С 1965 г. выполнено **89 выходов в открытый космос российскими кос-**

Первые научно-исследовательские и прикладные КА (изображены в произвольном масштабе): 1 – «Тирос-9» (США), 2 – «Маринер-4» (США), 3 – «Транзит-10» (США), 4 – «Молния-1» (СССР), 5 – «ОАО-2» (США), 6 – «Глонасс» («Космос-1413–1415», СССР/РФ), 7 – «Космос-1000, -1383» (СССР), 8 – «Геос-1» («Эксплорер-29», США), 9 – «ОГО-6» (США), 10 – «Пионер-6» (США), 11 – «Метеор-1» (СССР), 12 – «Венера-4» (СССР), 13 – «Прогноз» (СССР/РФ), 14 – «Гранат» (СССР), 15 – «Фотон» («Космос-1645», СССР), 16 – «Астрон» (СССР)



**ЗАПУСКИ ПЕРВЫХ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ПРИКЛАДНЫХ
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

№ п/п	Название КА и страна	Дата запуска	Масса КА, кг	Примечание
1	"Mariner-4" (Маринер-4), США	28 ноября 1964 г.	261	Первый пролет около Марса 14.07.1965 г., получены первые снимки планеты
2	"Tiros-9" (Тирос-9), США	22 января 1965 г.	139	Получена первая космическая карта погоды Земли метеоспутником
3	"Pegasus-1" (Пегас-1), США	16 февраля 1965 г.	1540	Первые исследования метеоритной опасности специализированным КА
4	"Молния-1" (№ 1), СССР	23 апреля 1965 г.	1000	Первый связной ИСЗ российской системы спутниковой связи
5	"Geos-1" (Геос) ("Explorer-29"), США	6 ноября 1965 г.	175	Первый геодезический спутник
6	"Pioneer-6" (Пионер-6), США	16 декабря 1965 г.	61	Первая солнечная обсерватория
7	"Луна-9", СССР	31 января 1966 г.	1583	Первая мягкая посадка на Луну 3.02.1966 г. (7°08' с.ш. и 64°33' з.д.), передача первых панорам лунной поверхности
8	"Луна-10", СССР	31 марта 1966 г.	1582	Первый искусственный спутник Луны
9	"ОАО-1", США	8 апреля 1966 г.	1770	Первая астрономическая обсерватория
10	"Космос-122", СССР	25 июня 1966 г.	1000	Первый российский метеорологический ИСЗ
11	"Explorer-33" (Эксплорер-33), США	1 июля 1966 г.	93	Первый научный КА на вытянутой эллиптической орбите (апогей 435000 км)
12	"Transit-10" (Транзит), США	18 августа 1966 г.	121	Первые эксперименты в навигации
13	"ATS-1" (АТС-1), США	7 декабря 1966 г.	350	Первый технологический ИСЗ
14	"Венера-4", СССР	12 июня 1967 г.	1106	Первые исследования атмосферы Венеры во время парашютного спуска 18.10.1967 г.
15	"Протон-4", СССР	16 ноября 1968 г.	17000	Первая тяжелая физическая лаборатория
16	"Метеор-1" (№ 1), СССР	26 марта 1969 г.	1200	Первый серийный ИСЗ российской метеорологической системы
17	"OGO-6" (ОГО-6), США	5 июня 1969 г.	632	Первая геофизическая обсерватория

№ п/п	Название КА и страна	Дата запуска	Масса КА, кг	Примечание
18	"Венера-7", СССР	17 августа 1970 г.	1180	Первая мягкая посадка на Венеру 15.12.1970 г. (5° ю.ш. и 35° д.), изучение атмосферы и поверхности
19	"Луна-16", СССР	12 сентября 1970 г.	5727	Первое возвращение лунного грунта на Землю с помощью АМС
20	"Луна-17" ("Луноход-1"), СССР	10 ноября 1970 г.	5675 (756)	Доставка на Луну "Луноход-1" 17.11.1970 г. (38°18' с.ш. и 35° з.д.) и ее изучение самоходным аппаратом
21	"Mariner-9" (Маринер-9), США	30 мая 1971 г.	995	Первый искусственный спутник Марса. С 14.11.1971 г. передал с орбиты тысячи снимков планеты
22	"Pioneer-10" и "Pioneer-11" (Пионер-10/11), США	3 марта 1972 г., 5 апреля 1973 г.	260	Первые пролеты около Юпитера и Сатурна в 1973-79 гг., передача снимков планет. Сейчас находятся за пределами Солнечной системы
23	"Прогноз-1", СССР	14 апреля 1972 г.	850	Первые исследования солнечной активности специализированным КА
24	"Landsat-1" (ERTS-1) (Ландсат-1), США	23 июля 1972 г.	816	Первый спутник мониторинга и изучения природной среды
25	"Mariner-10" (Маринер-10), США	3 ноября 1973 г.	526	Первые исследования Меркурия с пролетной траектории полета
26	"SMS-1"/"GOES-1" (СМС-1/ГОЕС-1), США	17 мая 1974 г., 16 октября 1975 г.	243	Первая экспериментальная геостационарная метеорологическая система
27	"Венера-9" и "Венера-10", СССР	8 и 14 июня 1975 г.	4936, 5033	Первые искусственные спутники Венеры. 22 и 25.10.1975 г. вышли на орбиты, исследовали атмосферу и облачность планеты
28	"Viking-1" (Викинг-1), США	20 августа 1975 г.	3500	Первая мягкая посадка на Марс 20.07.1976 г. (22,46° с.ш. и 48,01° з.д.), впервые исследована поверхность планеты*
29	"Радуга-1" (Стационар-1), СССР	22 декабря 1975 г.	2100	Первый серийный ИСЗ российской геостационарной системы связи

* Первым достиг поверхности Марса "Марс-3" (СССР) 2 декабря 1971 г., но связь с ним была потеряна.

№ п/п	Название КА и страна	Дата запуска	Масса КА, кг	Примечание
30	"Lageos-1" (Легеос-1), США	4 мая 1976 г.	410	Первые геодезические измерения методом лазерной локации
31	"HEAO-1" (ХЕАО-1), США	12 августа 1977 г.	2720	Первая рентгеновская астрофизическая обсерватория
32	"Navstar-1" (GPS) (Навстар), США	22 февраля 1978 г.	430	Первый серийный ИСЗ глобальной навигационной системы
33	"Космос-1000", СССР	31 марта 1978 г.	600	Первый ИСЗ российской навигационной системы "Цикада"
34	"Seasat-1" (Сисат-1), США	27 июня 1978 г.	2300	Первый океанографический КА, наблюдал 95% акватории мирового океана
35	"Tiros-N" (Тирос-Н), США	13 октября 1978 г.	734	Первый ИСЗ второго поколения глобальной метеорологической системы
36	"Космос-1076", СССР	12 февраля 1979 г.	800	Первый российский океанографический ИСЗ
37	"NOAA-6" (НОАА-6), США	27 июня 1979 г.	340	Первая глобальная система обзора погоды Земли
38	"SMM-1" (СММ) ("MMS"), США	14 февраля 1980 г.	1350	Первые комплексные исследования максимума солнечной активности
39	"Космос-1383", СССР/РФ "NOAA-8" (ITOS), США	30 июня 1982 г., 28 марта 1983 г.	600, 340	Первые ИСЗ международной системы аварийного поиска и спасения "Коспас-Сарсат"
40	"Космос-1413-1415", СССР/РФ	12 октября 1982 г.	1415	Первые ИСЗ российской глобальной навигационной системы "Глонасс"
41	"Астрон", СССР	23 марта 1983 г.	3500	Первая российская астрофизическая ультрафиолетовая обсерватория
42	"Вега-1" и "Вега-2", СССР	15 и 21 декабря 1984 г.	5400	Первые исследования кометы с пролетной траектории полета – АМС пролетели 6 и 9.03.1986 г. около ядра кометы Галлея
43	"Космос-1645" ("Фотон"), СССР/РФ	16 апреля 1985 г.	6200	Первый российский технологический КА, результаты экспериментов возвращены на Землю
44	"Космос-1870" ("Алмаз"), СССР	25 июля 1987 г.	18500	Первый радиолокационный КА для контроля природных ресурсов
45	"Космос-1939" ("Ресурс-01"), СССР/РФ	20 апреля 1988 г.	1900	Первый ИСЗ российской системы дистанционного зондирования Земли

№ п/п	Название КА и страна	Дата запуска	Масса КА, кг	Примечание
46	"Эталон", СССР/РФ	10 января 1989 г.	1420	Первый российский геодезический ИСЗ лазерной локации
47	"Magellan" (Магеллан), США	5 мая 1989 г.	3600	Впервые проведено картографирование всей поверхности Венеры с разрешением до 120 м
48	"Galileo" (Галилей), США	19 октября 1989 г.	2719	Первый искусственный спутник Юпитера, спуск КА в атмосфере планеты
49	"Гранат", СССР/РФ	1 декабря 1989 г.	4000	Первая российская астрофизическая рентгеновская и гамма-обсерватория
50	"HST" (Космический телескоп Хаббла), США	24 апреля 1990 г.	11600	Первая оптическая обсерватория с телескопом диаметром 2,4 м
51	"UARS" (AAPC), США	15 сентября 1991 г.	7500	Первые исследования антропогенного воздействия на озоносферу
52	"Электро" (ГОМС), РФ	31 октября 1994 г.	2580	Первый российский геостационарный метеорологический ИСЗ
53	"Природа", РФ	23 апреля 1996 г.	18630	Первый модуль дистанционного зондирования Земли (ОК "Мир")

монавтами и **80 американскими** астронавтами (включая **14** выходов на лунную поверхность и **43** во время полетов кораблей многоразового использования "Спейс Шаттл"), в том числе астронавтами Франции, Германии, Италии, Японии и ESA. Рекорд по количеству (**16 выходов** во время пяти полетов на ОК "Мир") и суммарной продолжительности (77 ч 46 мин) принадлежит **А.Я. Соловьеву**.

По программе "Аполлон" с 1969 по 1972 г. проведено **6 лунных экспедиций**, 12 астронавтов работало на поверхности Луны (установлены 6 комплектов научной аппаратуры и в трех последних экспедициях астронавты использовали для поездок луноходы, с борта кораблей запущены два лунных малых спутника), а также состоялись два полета с выходом на орбиту Луны, но без посадки на ее поверхность.

В космос были запущены 7 российских

пилотируемых станций "Салют", ОК "Мир" и американская "Скайлэб". С 20 февраля 1986 г. находится на околоземной орбите станция "**Мир**", позднее собранная в комплекс из пяти модулей. На ее борту работали **27** длительных экспедиций, **17** международных экипажей и состоялось **9** стыковок с американскими кораблями "**Спейс Шаттл**". В июне 1998 г. во время стыковки с КК "Дискавери" (STS-91) установлен новый мировой рекорд: общая **масса** комплекса составила **248 т** (138 т – ОК "Мир" и 110 т – "Дискавери"). На станции "Мир" с 16 июля 1987 г. по 28 августа 1999 г. побывало **103 космонавта** и астронавта. Началась сборка **Международной космической станции** запуском 20 ноября 1998 г. российского модуля "**Заря**", к 2005 г. ее масса будет более 470 т и на ней могут работать международные экипажи до 7 человек.

ХРОНИКА ЭТАПНЫХ СОБЫТИЙ ПИЛОТИРУЕМЫХ ПОЛЕТОВ (1965-1999 гг.)

Дата старта	Название КК и станции, страна	Экипаж	Примечание
18 марта 1965 г.	"Восход-2", СССР	П.И. Беляев и А.А. Леонов	Первый выход в открытый космос (А.А. Леонов)
4 и 15 декабря 1965 г.	"Джемини-7", "Джемини-6", США	Ф. Борман и Д. Ловелл. У. Ширра и Т. Стаффорд	Первое сближение двух КК на расстояние до 0,3 м
16 марта 1966 г.	"Джемини-8", США	Н. Армстронг и Д. Скотт	Первая стыковка КК с беспилотным КА (ракетой "Аджена")
12 сентября 1966 г.	"Джемини-11", США	Ч. Конрад и Р. Гордон	Впервые создана искусственная сила тяжести при соединении тросом КК с ракетой "Аджена"
21 декабря 1968 г.	"Аполлон-8", США	Ф. Борман, Д. Ловелл и У. Андерс	Первый полет КК по трассе Земля-Луна-Земля
14 и 15 января 1969 г.	"Союз-4" и "Союз-5", СССР	В.А. Шаталов. Б.В. Волюнов, А.С. Елисеев и Е.В. Хрунов	Первая стыковка двух КК и переход В. Шаталова и Е. Хрунова из одного корабля в другой через открытый космос
16 июля 1969 г.	"Аполлон-11", США	Н. Армстронг, М. Коллинз и Э. Олдрин	Первая лунная экспедиция, посадка КК в Море Спокойствия (0°41'15" с.ш. и 23°26' в.д.)
1 июня 1970 г.	"Союз-9", СССР	А.Г. Николаев и В.И. Севастьянов	Рекордный 18-сут полет экипажа на КК
6 июня 1971 г.	"Союз-11" – "Салют-1", СССР	Г.Т. Добровольский, В.Н. Волков и В.И. Пацаев	Первый 24-сут полет на первой ОС. Экипаж погиб при посадке
26 июля 1971 г.	"Аполлон-15", США	Д. Скотт, А. Уорден и Д. Ирвин	Первая лунная экспедиция с использованием лунохода
25 мая 1973 г.	"Аполлон" – "Скайлэб-2", США	Ч. Конрад, Д. Кервин и П.Вейц	Первый рекордный полет на американской ОС "Скайлэб" (28 сут)
16 ноября 1973 г.	"Аполлон" – "Скайлэб-4", США	Д. Карр, Э. Гибсон и У. Поуг	Рекордный полет на американской ОС "Скайлэб" (84 сут)
15 июля 1975 г.	"Союз-19" – "Аполлон", СССР-США	А.А. Леонов и В.Н. Кубасов. Т. Стаффорд, В. Бранд и Д. Слейтон	Первый международный совместный полет КК двух стран
12 апреля 1981 г.	"Колумбия" (STS-1), США	Д. Янг и Р. Криппен	Первый полет КК многоразового использования "Спейс Шаттл"
27 июня 1983 г.	"Союз Т-9" – "Салют-7", СССР	В.А. Ляхов и А.П. Александров	Рекордный полет на ОС (150 сут). Первые монтажные работы в открытом космосе
28 ноября 1983 г.	"Колумбия" (STS-9), США	Д. Янг, Р. Паркер, Б. Шоу, Б. Лихтенберг, О. Гэрриот и У. Мербольд (ФРГ)	Первый запуск на орбиту лабораторного блока "Спейслэб" (ESA) и работа в нем международного экипажа

Дата старта	Название КК и станции, страна	Экипаж	Примечание
3 февраля 1984 г.	"Челленджер" (STS-41B), США	В. Бранд, Р. Гибсон, Р. Мак-Нэр, Б. Мак-Кандлесс и Р. Стюарт	Первый полет астронавтов с помощью индивидуальной ранцевой двигательной установки в открытом космосе
6 апреля 1984 г.	"Челленджер" (STS-41C), США	Р. Криппен, Ф. Скоби, Т. Харт, Д. Нельсон и Д. Ван Хофтен	Первый ремонт спутника астронавтами на орбите
17 июля 1984 г.	"Союз Т-12" – "Салют-7", СССР	В.А. Джанибеков, И.П. Волк и С.Е. Савицкая	Первый выход в открытый космос женщины-космонавта (С. Савицкой)
5 октября 1984 г.	"Челленджер" (STS-41G), США	Р. Криппен, Д. Макбрайд, С. Райд, Д. Листма, К. Салливан, П. Скалли-Пауэр и М. Гарно (Канада)	Первое возвращение с орбиты на Землю для ремонта двух ИСЗ
13 марта 1986 г.	"Союз Т-15" – "Салют-7" – "Мир", СССР	Л.Д. Кизим и В.А. Соловьев	Впервые один экипаж работал на двух ОС
21 декабря 1987 г.	"Союз ТМ-4" – ОК "Мир", СССР	В.Г. Титов и М.Х. Манаров	Первый рекордный годовой полет на пилотируемой станции
15 ноября 1988 г.	"Энергия" – "Буран", СССР	Без экипажа	Первый испытательный полет российского многоразового КК в автоматическом режиме
5 сентября 1989 г.	"Союз ТМ-8" – ОК "Мир", СССР	А.А. Серебров и А.С. Викторенко	Первое испытание 1.02.1990 г. российскими космонавтами средства для перемещения в открытом космосе
27 июня 1995 г.	"Атлантис" (STS-71), США	Р. Гибсон, Ч. Прекурт, Э. Бейкер, Г. Харбо, Б. Данбар, Н. Тагард	Первая стыковка КК типа "Спейс Шаттл" с ОК "Мир" и совместная работа экипажей
20 ноября 1998 г.	"Заря" (ФГБ), РФ	Без экипажа	Запуск первого модуля российского сегмента МКС

Автор выражает признательность за идею статьи и ценные советы действительному члену Академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, доктору педагогических наук и доктору Международной Академии информатизации Е.П. Левитану.

(По материалам NASA и ESA, энциклопедии "Космонавтика" (1985 г.), книг Н. Pfafe, P. Stache "Raumflugkorper. Ein Typenbuch" (1973 г.), P. Stache "Raumfahrer von A-Z" (1988 г.) и D. Jenkins "The History of developing the national space transportation system" (1996 г.), журналов "Spaceflight", "Space Shuttle News", "Raumfahrt Journal", "Новости космонавтики" и "Земля и Вселенная")

С.А. ГЕРАСЮТИН

УКАЗАТЕЛИ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В ЖУРНАЛЕ "ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ"

Статьи и заметки о Солнце , опубликованные в "Земле и Вселенной" в 1965-1978 гг.	1979,1	Указатель статей, опубликованных в разделе " Обсерватории и институты " в 1965-94 гг.	1996,4
Статьи и заметки о Солнце , опубликованные в "Земле и Вселенной" с 1979 по 1992 г.	1992,6	Указатель статей, опубликованных в разделе " Из истории науки " в 1965-94 гг.	1996,5
Статьи и заметки по философским и мировоззренческим вопросам, опубликованные в "Земле и Вселенной" в 1965-1979 гг.	1980,2	Указатель статей, опубликованных в разделе " Гипотезы, дискуссии, предложения " в 1965-96 гг.	1996,6
Статьи и заметки о Луне , опубликованные в "Земле и Вселенной" в 1965-1979 гг.	1980,3	Указатель статей, опубликованных в "Земле и Вселенной" в разделе " Симпозиумы, конференции, съезды " в 1965-96 гг.	1997,1-2
Статьи и заметки о методах и приборах современной астрономии, опубликованные в "Земле и Вселенной" в 1965-1979 гг.	1980,5	Указатель статей, опубликованных в "Земле и Вселенной" в разделе " Против антинаучных сенсаций " в 1965-97 гг.	1997,3
Статьи и заметки о Венере , опубликованные в "Земле и Вселенной" в 1965-1981 гг.	1982,1	Указатель статей, опубликованных в "Земле и Вселенной" в разделе " Экспедиции " в 1965-96 гг.	1997,4
Статьи и заметки о происхождении и эволюции тел Солнечной системы и звезд, опубликованные в "Земле и Вселенной" в 1965-1981 гг.	1982,1	Указатель статей, опубликованных в "Земле и Вселенной" в разделе " Любительская астрономия " в 1965-97 гг.	1998,1
Статьи и заметки о внегалактической астрономии, опубликованные в "Земле и Вселенной" в 1965-1981 гг.	1982,2	Указатель статей по теме " Любительское телескопостроение ", опубликованных в журнале "Земля и Вселенная" в 1965-97 гг.	1998,2
Статьи о любительском телескопостроении , опубликованные в "Земле и Вселенной" в 1965-1983 гг.	1984,5	Указатель статей, опубликованных в журнале "Земля и Вселенная" в разделе " Астрономическое образование " в 1965-97 гг.	1998,3
Указатель статей, опубликованных в рубрике " Космическая филателия " в 1965-1984 гг.	1985,4	Указатель статей " Хроника космических полетов ", опубликованных в журнале "Земля и Вселенная" в 1965-98 гг.	1999,4
Сводный указатель проблемных статей по астрономии 1965-1994 гг.	1995,1-2	Указатель статей по теме " Кометы, метеоры, метеориты ", опубликованных в журнале "Земля и Вселенная" в 1965-99 гг.	1999,6
Сводный указатель проблемных статей по космонавтике 1965-1994 гг.	1995,3-4		
Сводный указатель проблемных статей по наукам о Земле 1965-1994 гг.	1995,5-6		
Люди науки , которым были посвящены статьи, опубликованные в "Земле и Вселенной" в 1965-79 гг.	1996,2		
1980-94 гг.	1996,3		

Самый теплый век тысячелетия

Сотрудники Университета штата Массачусетс в Бостоне (США) М.Э. Манн и Р.С. Бредли совместно с М.К. Хьюзом из Университета штата Аризона в Таксоне реконструировали палеоклиматы за длительный период времени. В результате сделан вывод, что в последнем тысячелетии в Северном полушарии Земли наиболее теплым оказался XX век.

Температуры вблизи земной поверхности в начале II-го тысячелетия реконструированы по данным дендрохронологии, озерных и океанических осадочных пород на дне, по анализу колонок льда, взятых при бурении на ледниках, характеру роста коралловых рифов.

Вплоть до начала XX столетия колебания климата в основном зависели от ряда разнообразных естественных факторов. Но затем основное влияние начал оказывать выброс в атмосферу “парниковых” газов, таких, как диоксид углерода (CO_2), образующихся главным образом при сжигании ископаемого топлива.

За последние 100 лет средняя температура земной поверхности поднялась примерно на 1°C . Сейчас средняя температура Земли на $5\text{--}9^\circ\text{C}$ выше, чем в разгар Ледникового периода (около 20 тыс. лет назад). Но если “парниковый” эффект не будет сокращен, то в XXI в. температура повысится еще на $2\text{--}6^\circ\text{C}$, причем наиболее вероятно потепление на $3,5^\circ\text{C}$. Тогда климат планеты станет более теплым, чем в любой отрезок времени за несколько последних миллионов лет.

Geophysical Research
Letters, 1999
Science Times, 1999

Океан разъединит Африку

Американские геотектонисты Дэжжи Чу и Ричард Гордон с факультета геологии и геофизики Райсовского университета в Хьюстоне (штат Техас) впервые собрали и подвергли анализу количественные данные, подтверждающие “раскрытие” нового морского бассейна. Он намечился вдоль Восточно-Африканской системы тектонических разломов, расколовших континент на протяжении 4 тыс. км. Установлено, что в северной части рифта скорость раздвигания (спрединга) гигантской трещины по ожерелью Великих африканских озер достигает 6 мм/год.

Ученые доказывают, что Африканская плита разделяется на два отдельных блока — Нубийский (Западная Африка) и Сомалийский (Восточная). Между ними идет процесс разламывания вдоль Восточно-Африканского рифта, сопровождаемый сейсмической и вулканической активностью.

Поразительна топографическая схожесть этого явления с тем, что наблюдается в пределах срединно-океанических хребтов глобальной горной системы, протяженностью около 60 тыс. км, возвышающейся в среднем на 2 км над морским ложем. Разъединение Африканской плиты происходит на фоне движения континента относительно Антарктиды вдоль юго-западного склона Индо-океанского подводного хребта.

Ориентация зоны разлома в пределах этого хребта указывает на смещение по часовой

стрелке Нубийской плиты. Скорости спрединга с Сомалийской стороны невелики по сравнению с теми, которых следовало бы ожидать, если бы Африка представляла собой единую жесткую плиту.

В глубинных недрах северо-восточной части Африки на протяжении 40 млн лет действует мощный поток поднимающегося к поверхности земли расплавленного вещества (“плюм”). С ним из мантии поступает энергия, расходуемая в процессе раздвигания плит. В последнее время воздействие этого плюма на кору усилилось и скорость движения плит возросла. Если ничто не помешает этим процессам, то через десяток миллионов лет в северной части Африканского рифта возникнет водоем, подобный теперешнему Красному морю...

Nature, 1999, 398, 21, 64

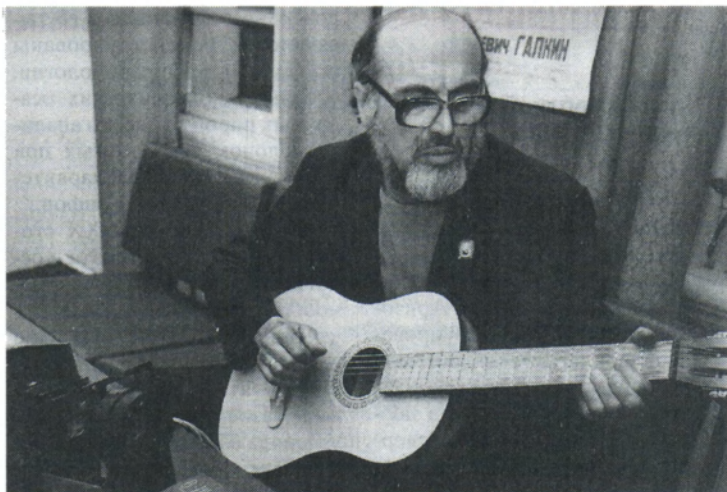
Сборник стихов ученого

“Неповторимая Земля” – так называется сборник стихов Игоря Николаевича Галкина, известного российского геофизика, одного из старейших авторов журнала “Земля и Вселенная”. Сборник вышел в свет к 70-летию Института физики Земли РАН и был подарен редакции журнала “Земля и Вселенная” в день ее рождения (18 сентября 1999 г. отмечалось 35 лет редакции журнала).

Это уже вторая издаваемая в ИФЗ книжка стихов И.Н. Галкина (первая “Не окончен рейс” появилась в 1997 г.).

“Неповторимая Земля” – это история ИФЗ последних десятилетий, “своеобразная история в рифму”. Поэтому многие нюансы и смысловые акценты стихов в наибольшей степени прочувствуют и оценят коллеги автора по Институту. Однако и люди, далекие от ИФЗ и вообще от наук о Земле, с удовольствием прочитают новую книгу И.Н. Галкина, обратят внимание на юмор автора. Названия основных разделов книги – “Геофизическое поле”, “Гео-сейсмо-лирика”, “Вибролокатор”, “Научная жизнь в защитах и юбилеях”.

А те, кому не представится возможность познакомиться с книгой “Неповторимая Зем-



ля”, получают некоторое представление о творческом почерке ученого-барда, прочитав публикуемое ниже приветствие И.Н. Галкина журналу “Земля и Вселенная”.

* * *

Нам каждый день Природа дарит
Прикосновенье к Алтарю,
За жизнь – Космический подарок
Тебя, Земля, благодарю.

За то, что Мир – такой красивый
И в нем Добро сильнее, чем зло,
И есть такой журнал в России,
И всем нам с этим повезло...

В восторге преклонив колени,
Превозмогаем “жизнь во мгле”.
Как хорошо быть во Вселенной,
Еще прекрасней – на Земле.

Понять, что Смысл – не только в хлебе,
Не спавать перед Судьбой...

А ваш Журнал – уже не “baby”,
Он – нет, не “play”, скорее –
“friend-boy”.

Творите с поднятым забралом.
Вам все проблемы – по плечу.
Каких вы Авторы выбрали
(Я о себе уж промолчу)...

И карты ваши – нет – не биты!
Вас от души поздравить рад
Теперь уж Гамбурцева-Шмидта
Наш Институт –
ваш Вдвое Старший Брат.

Тревоги разорвав на части,
Стоит заря над головой...
И задыхаемся от Счастья:
Мы – живы,

И журнал – живой.

Заведующая редакцией Г.В. Матросова. **Зав. отделом наук о Земле** В.А. Маркин.
Зав. отделом астрономии В.А. Юревич. **Зав. отделом космонавтики** С.А. Герасютин.

Художественные редакторы М.С. Вьюшина, О.Н. Никитина.

Литературный редактор О.Н. Фролова

Мл. редактор Л.В. Рябцева. **Корректоры:** В.А. Ермолаева, Л.М. Федорова

Номер оформили: Р.В. Ермакова, Е.Е. Барк, Ю.А. Тюришев

Обложку оформила М.С. Вьюшина

Сдано в набор 07.11.99 Подписано в печать 14.01.2000 Формат бумаги 70 × 100¹/₁₆

Офсетная печать Уч.-изд. л. 12,0 Усл.-печ. л. 9,1 Усл. кр.-отг. 9,6 Бум. л. 3,5

Тираж 1023 экз. Заказ № 3136

Свидетельство о регистрации № 2119 от 28.06.91 в Министерстве печати и информации РФ

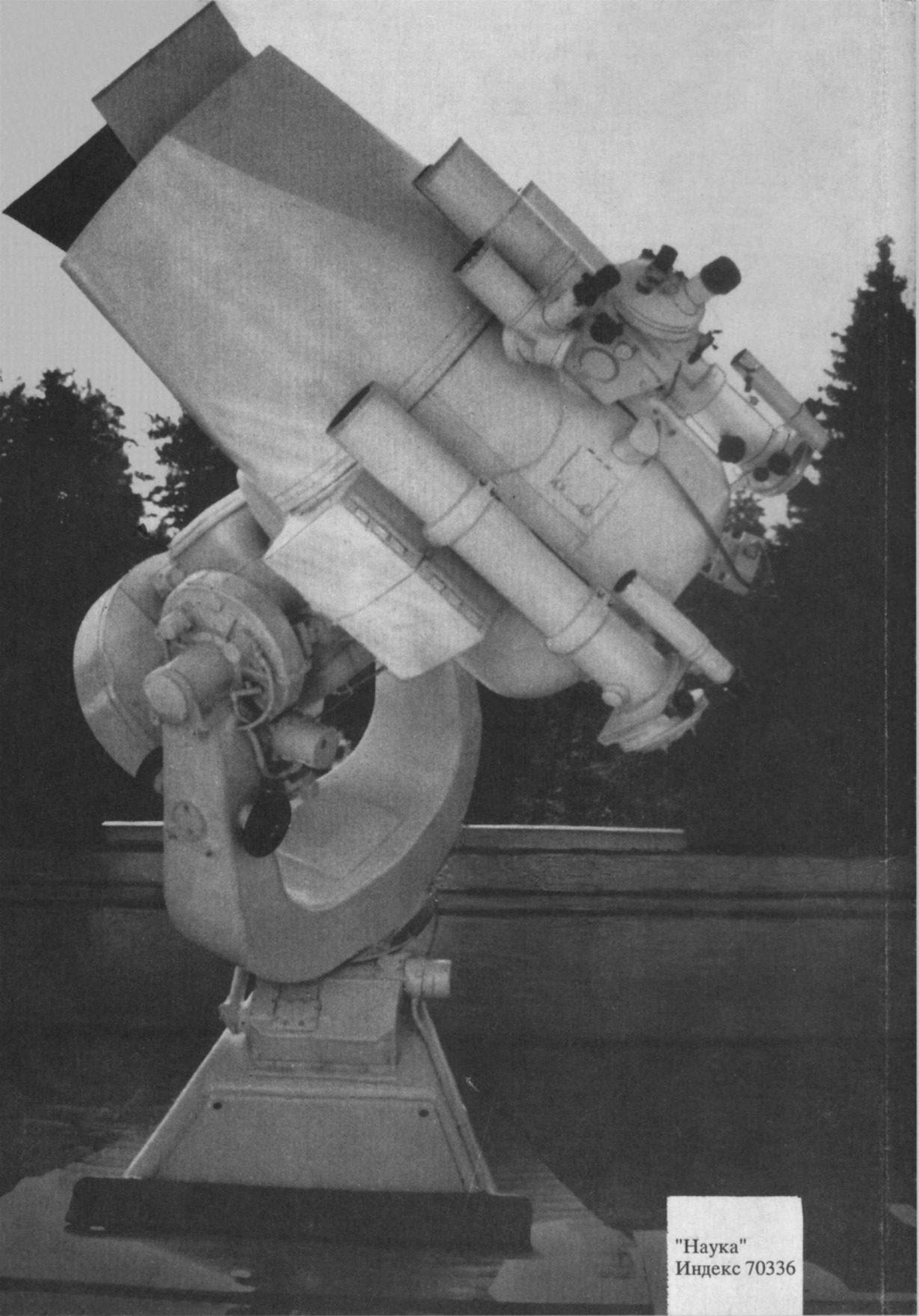
Учредители: Президиум РАН, Астрономо-геодезическое общество (АГО) при РАН,
Академиздатцентр “Наука”

Адрес издателя: 117864 Москва, Профсоюзная ул., 90

Адрес редакции: 117810 Москва, Мароновский пер., д. 26. Телефоны: 238-42-32, 238-29-66

Отпечатано в ППП “Типография “Наука”; 121099 Москва, Шубинский пер., д. 6





"Наука"
Индекс 70336